COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUIN 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

M. le **Président** donne lecture d'une lettre qui lui a été adressée, le 29 mai, par M. *Paul Daubrée*, pour lui annoncer la mort de son père, Membre de la Section de Minéralogie, et prononce les paroles suivantes :

« Mes chers Confrères,

» Nous venons de rendre à notre vénéré Doyen de la Section de Minéralogie les derniers honneurs; dans un discours que nous avons écouté avec émotion, notre Confrère, M. Fouqué, a retracé sa vie et ses travaux; mais je crois être l'interprète de vos sentiments en donnant à notre regretté Confrère un suprême témoignage de notre douloureuse sympathie.

» Avec lui disparaît le dernier représentant de cette robuste génération de Géologues : les Cordier, les Dufrénoy, les Élie de Beaumont qui, pendant un siècle, ont illustré notre Compagnie et jeté un si vif éclat sur la Science française.

» Jusqu'au dernier jour, M. Daubrée est resté ce qu'il avait toujours

été, affable, bienveillant, simple, timide même et cependant ferme jusqu'à la raideur quand on heurtait ses convictions : jusqu'au dernier jour, il est demeuré jeune, enthousiaste, ardent malgré cette timidité native qui ajoutait un charme à la douceur de ses relations : car il était affectueux et dévoué, et tous ceux qui ont été, comme moi, honorés de son affection savent combien son dévouement était profond, ses amitiés sincères.

» M. Daubrée avait au plus haut degré le sentiment de la grandeur de cette admirable Science à laquelle il avait voué ses efforts; plus hardi que ses devanciers, il n'hésita jamais à appeler à son aide toutes les ressources de l'expérience pour accroître la force et la portée de ses démonstrations. Il cherchait, dans les phénomènes les plus divers, ce lien caché qui, malgré la dissemblance des proportions, relie les causes intimes ; il avait foi dans l'unité et la simplicité des forces de la nature aussi bien dans le domaine infiniment petit des molécules cristallines que dans l'immensité des espaces célestes.

» A la séance annuelle du 1er mars 1880, qu'il présidait, M. Daubrée, passant en revue les secours que chaque science apporte à l'œuvre commune, montrait les aperçus grandioses qui s'ouvrent à nos yeux sur la structure de l'Univers ; puis il ajoutait :

» De la sorte, s'élargissent incessamment, dans le temps comme dans l'espace, les horizons qu'embrasse la Science, en scrutant l'Univers physique ; car, tandis que l'Astronomie plonge de plus en plus profondément dans l'immensité des cieux, la Géologie remonte chaque jour davantage dans l'immensité des siècles écoulés.

» Je m'arrête sur cette belle pensée qui reflète si bien l'ardeur enthousiaste de notre cher et regretté Confrère.

» Aucune parole ne pourrait mieux exprimer les aspirations de sa vie scientifique ; aucun éloge ne saurait rendre un hommage plus profond à la hauteur de ses vues et à l'étendue de son savoir. »

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture à l'Académie d'une Lettre que vient de lui adresser M. *Des Cloizeaux*, à l'occasion des obsèques de M. Daubrée :

« La Section de Minéralogie vient de rendre les derniers devoirs à son savant doyen, dont l'âge n'avait pu diminuer l'infatigable activité. Jusqu'à

la dernière maladie qui nous l'a enlevé, il a été l'un des Membres les plus assidus et les plus dévoués de l'Institut.

» Pour moi, ce n'est pas sans un profond déchirement que se brise une amitié de plus de cinquante ans. Lié avec Daubrée dès le début, en 1839, de sa carrière de professeur de Minéralogie et de Géologie à Strasbourg, nous sommes restés dans un rapport scientifique incessant.

» Après s'être livré à l'étude des minéraux des Vosges et de diverses parties de l'Allemagne, Daubrée a, l'un des premiers, en France, entrepris la reproduction synthétique des minéraux et des roches. L'augite, la topaze, l'apatite, le quartz, la cassitérite, diverses zéolithes des sources thermales, etc. lui ont ouvert la voie féconde, où ses profondes connaissances chimico-physiques ont fait marcher, avec tant de succès, la Géologie expérimentale.

» Successeur de Cordier au Muséum, il a dû s'occuper de la grande collection de roches recueillie par son devancier. Mais, l'une de ses préoccupations les plus constantes, pendant toute sa carrière, a été la description et la classification des météorites de toute espèce, dont il a rassemblé une des plus nombreuses collections et dont il a en partie éclairé l'origine jusque-là si obscure.

» Des voix plus autorisées rendront compte des nombreux travaux de Daubrée. Pour moi je ne veux aujourd'hui que dire un dernier adieu à mon vieil ami. Au revoir, mon cher Daubrée ! »

La séance est levée immédiatement en signe de deuil.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur les passages observés de Mercure sur le disque du Soleil et sur la question de l'existence des inégalités à longue période dans la longitude moyenne de la Lune, dont la cause est encore inconnue, et dans la rotation de la Terre sur son axe;* par M. S. Newcomb.

« On sait depuis longtemps que le mouvement moyen de la Lune paraît être affecté par une ou plusieurs inégalités à longue période que la théorie

n'a pu expliquer. On peut faire deux hypothèses sur la cause d'une telle inégalité : ou elle est réelle, ou elle n'est qu'apparente et provient de ce que la rotation de la Terre autour de son axe, de laquelle dépend notre mesure du temps, ne serait pas parfaitement uniforme.

» Pour décider entre ces deux hypothèses, il nous faut un troisième mouvement assez uniforme et assez rapide pour fournir une mesure du temps, exacte à quelques secondes près, pendant deux siècles. Il y a deux corps qui peuvent satisfaire à cette condition, le premier satellite de Jupiter et la planète Mercure. Les observations dudit satellite n'ont pas été discutées assez complètement pour conduire à un résultat définitif, mais les différences entre les instants observés de ses éclipses et ceux qui résultent des Tables de Delambre sont décidément moindres qu'on ne pourrait l'attendre si notre mesure du temps était affectée par des inégalités suffisamment grandes pour expliquer les déviations observées dans le mouvement de la Lune.

» J'ai discuté, il y a quatorze ans, toutes les bonnes observations des passages de Mercure sur le disque du Soleil qui avaient été faites jusque-là, en les comparant avec les Tables de Le Verrier. Depuis cette époque deux passages de plus ont été observés, et de nouvelles Tables de la planète ont été construites. Pour décider la question dont il s'agit j'ai comparé la série entière des passages observés en novembre, depuis 1677 jusqu'à 1894, avec les nouvelles Tables. J'ai omis la série de mai, parce que les passages de cette série sont moins nombreux et furent moins exactement observés avant 1753. Le Tableau suivant montre les termes et les résultats de cette comparaison. En notant les instants observés, les lettres I et E représentent le contact intérieur à l'*entrée* et à la *sortie* respectivement. A côté de chaque instant déduit de l'ensemble des observations on trouve son erreur probable. Les instants calculés sont ceux qui résultent de mes nouvelles Tables du Soleil et de Mercure.

» Les erreurs des instants calculés des Tables sont présentées en adoptant deux hypothèses : A, la rotation de la Terre sur son axe est parfaitement uniforme, et, par conséquent, notre mesure du temps est correcte; B, la théorie admise des inégalités dans la longitude moyenne de la Lune est correcte, et les différences entre cette théorie et les observations proviennent des variations dans la rotation de la Terre.

Instants observés et calculés des contacts intérieurs de Mercure avec le disque du Soleil en novembre depuis 1677 jusqu'à 1894.

Dates.			Instants observés.	Instants calculés.	Erreur des Tables. Hyp. A.	Erreur des Tables. Hyp. B.	P.
			h m s s	m s	s	s	
1677,	novembre	6....	I=21.34. 1±25	33.14	−47	−14	0,1
»	»	7....	E= 2.47.28± 5	47.54	+26	+59	0,1
1697,	»	2....	E=19.42.53±15	42.28	−25	+1	0,2
1723,	»	4....	I= 2.26.52± 5	26.44	−8	+9	2.5
1736,	»	10....	I=21.10.30±10	10.21	−9	0	0,6
»	»	10....	E=23.48.51±10	48.52	+1	+10	0,6
1743,	»	4....	I=20.14.21± 6	14.21	0	+4	1,5
»	»	5....	E= 0.45. 5± 6	45. 2	−3	+1	4,5
1769,	»	9....	I= 7.22.47± 5	22.40	−7	−19	2,5
»	»	9....	E=12. 9.51±12	9.50	−1	−13	0,5
1789,	»	5....	I= 0.53. 2± 4	53.12	+10	−8	3,5
»	»	5....	E= 5.44.12± 5	44.18	+6	−12	2,5
1802,	»	8....	E=23.41. 5± 3	41. 9	+4	−12	6,0
1822,	»	4....	I=13. 3.42±13	3.53	+11	+2	0,4
»	»	4....	E=15.45.18± 5	45.11	−7	−16	2,5
1848,	»	8....	I=23. 6.47± 3	6.54	+7	+7	6,0
»	»	9....	E= 4.28. 8±12	28.15	+7	+7	0,5
1861,	»	11....	I=17.20.16± 6	20.28	+12	+14	2,0
»	»	11....	E=21.18.20± 4	18.31	+11	+13	4,0
1868,	»	4....	I=17.28. 0±10	28. 2	+2	+12	0,6
»	»	4....	E=21. 0.10± 4	0. 5	−5	+5	4,0
1881,	»	7....	I=10.18.38± 3	18.32	−6	+10	6,0
»	»	7....	E=15.35.54± 3	35.52	−2	+14	6,0
1894,	»	10....	I= 3.58. 8± 3	58. 2	−6	+11	6,0
»	»	10....	E= 9.11.17± 3	11.19	+2	+19	6,0

» Une comparaison des différences résidues de l'hypothèse A avec les erreurs probables des observations montre que, bien que les résidus individuels ne soient pas, dans la plupart des cas, plus grands que l'erreur possible des observations, ces différences ont un caractère systématique qui accuse une inégalité dans la rotation de la Terre. C'est-à-dire, de 1677

jusqu'à 1769, le résidu moyen pour chaque date est constamment négatif; de 1789 jusqu'à 1848, ce résidu est constamment positif, et, pour 1881 et 1894, il est négatif. Voici, d'ailleurs, les valeurs moyennes des résidus pour ces groupes de dates :

	Résidus.
De 1677 à 1769	$-5^s,4 \pm 2^s,5$
De 1789 à 1861	$+6,4 \pm 1,5$
En 1868	$-1,5 \pm 3,5$
De 1881 à 1894	$-3,1 \pm 1,6$

» Il est au moins difficile d'admettre que ces déviations moyennes ne soient pas en grande partie réelles. En effet, la différence pour 1861 paraît elle-même presque décisive. Ainsi, on peut conclure :

» Les observations des passages de Mercure accusent nettement de petites variations dans la rotation de la Terre dont le montant intégré, pendant de longues périodes de temps, s'élève probablement à cinq, ou même à dix secondes. En particulier il semble que, entre 1769 et 1789, un ralentissement de la rotation avait lieu et que, entre 1840 et 1861, encore un autre. Vers 1862 ce ralentissement était suivi brusquement d'une accélération bien accentuée, qui a persisté peut-être jusqu'à 1870. Ce qui est remarquable, c'est que cette dernière conclusion est confirmée par le mouvement observé de la Lune, comme je l'ai fait remarquer il y a longtemps.

» Passons maintenant à l'hypothèse B. Évidemment, les différences sont bien plus grandes que les erreurs possibles des observations; mais on peut diminuer les résidus en ajoutant des corrections arbitraires au moyen mouvement de la planète. Si l'on choisit pour cette correction

$$-0^s,28\,(t-1838),$$

on verra que les observations sont assez bien représentées depuis 1769 jusqu'à 1894. Mais alors on trouve des résidus toujours positifs pour les huit contacts, de 1677 jusqu'à 1743, dont la valeur moyenne est environ $+30^s$. De telles erreurs ne sont pas possibles. Donc, on peut conclure avec une grande probabilité :

» Il existe actuellement dans le moyen mouvement de la Lune une ou plusieurs inégalités à longue période que la théorie n'a pu expliquer jusqu'à présent.

» Est-il possible que les déviations dont il s'agit sont produites par l'action de quelqu'une des planètes? J'ai constaté, il y a vingt ans, que les déviations depuis 1670 pouvaient être représentées par un changement empirique dans un des termes produits par l'action de Vénus, dont la valeur a été calculée par Hansen et par Delaunay. En de tels calculs, les termes de second ordre produits par l'action mutuelle de Vénus et la Terre ont été négligés. Est-il possible que ces termes puissent produire le changement observé? On ne peut répondre avec certitude qu'en faisant le calcul, et ce serait un travail presque inabordable par des méthodes connues. Par conséquent, pour résoudre la question il faut attendre le perfectionnement de la théorie des inégalités dans le mouvement de la Lune qui sont produites par l'action des planètes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les lois de l'induction. Réponse à la Note de M.* Marcel Deprez; par M. **A. Potier.**

« M. Marcel Deprez admet dans sa dernière Note : 1° que la production d'une force électromotrice dans un circuit, alors même que celui-ci est entouré de fer doux, était déjà connue; 2° que la relation entre la force électromotrice induite et la variation du flux est bien celle qui est admise aujourd'hui par tous, qu'elle est toujours vérifiée et qu'elle est, de plus, d'un usage extrêmement commode.

» Notre savant Confrère voudra sans doute bien admettre aussi que si le flux embrassé est la somme de deux parties, l'une constante, l'autre variable, on peut, dans le calcul de la force électromotrice induite, ne pas s'occuper de la première; ce qui revient à ne pas faire entrer en ligne de compte les circuits (et masses magnétiques fictives) invariablement liés au circuit induit, quand les intensités correspondantes sont invariables. Cette décomposition du flux en plusieurs termes présente le même arbitraire que la décomposition d'une force en ses composantes; mais elle n'est pas plus nouvelle.

» M. Marcel Deprez refuse, à la loi *physique* de la proportionnalité de la force électromotrice induite à la variation du flux, le caractère d'une loi fondamentale; c'est cependant la seule que l'expérience puisse contrôler; il est vrai qu'elle n'est pas une loi *élémentaire*, qu'elle ne précise pas ce que M. Marcel Deprez appelle « le siège de la force électromotrice ». Ce point n'avait pas été touché par M. Marcel Deprez dans sa première Note.

Je me suis abstenu d'en parler, aussi bien que de parler de flux *coupé* par un élément de circuit; je n'ai pas cherché à donner d'*explication* de cette loi.

» Notre savant Confrère désire éviter le retour aux actions à distance; il désire donc déduire l'état actuel d'un point du champ et des conducteurs qui s'y trouvent, de l'état immédiatement antérieur de ce point et des régions infiniment voisines, autrement dit des vitesses et de la distribution des forces dites *électrique* et *magnétique*. Aucun autre élément ne doit entrer en jeu dans une explication rationnelle, et c'est retourner aux actions à distance que de distinguer deux composantes dans une force magnétique, et de les traiter différemment suivant l'*origine* attribuée à ces composantes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acétylène sur le fer, le nickel et le cobalt réduits par l'hydrogène.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Ch. Moureu.**

« M. Berthelot a établi, le premier, que les métaux alcalins, chauffés légèrement en présence de l'acétylène, fournissaient des acétylures décomposables à froid par l'eau, avec régénération du gaz acétylène.

» En répétant la même expérience en présence du fer, M. Berthelot [1] a obtenu « une destruction rapide de l'acétylène avec formation de car-» bures empyreumatiques, de charbon et d'hydrogène, sans production » d'acétylure de fer ».

» L'existence du nickel carbonyle nous a amené à reprendre l'action de l'acétylène à froid sur certains métaux préparés dans un grand état de porosité.

» Le fer, le nickel et le cobalt ont été obtenus, par réduction, par l'hydrogène, à aussi basse température que possible; nous renvoyons, pour les précautions à prendre dans cette préparation, au Mémoire publié sur ce sujet par l'un de nous [2].

» Un appareil de Kipp, renfermant du carbure de calcium pur, préparé au four électrique, nous permettait d'avoir un dégagement régulier de gaz

---

[1] Berthelot, *Sur une nouvelle classe de radicaux métalliques composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 406).

[2] H. Moissan, *Sur les oxydes métalliques de la famille du fer* (*Annales de Chimie et de Physique;* 1880).

acétylène. Ce dernier, lavé à l'eau, passait dans un flacon rempli de glycérine anhydre, et était ensuite desséché par du chlorure de calcium et par de la potasse récemment fondue au creuset d'argent.

» Un robinet, à trois voies, permettait de faire arriver brusquement le gaz acétylène sur le métal réduit. Ce dernier était disposé dans un tube qui était rempli d'hydrogène, ou dans lequel on pouvait faire le vide.

» Dans ces conditions, aussitôt que le gaz acétylène se trouve en grand excès, au contact du métal à la température ordinaire du laboratoire, une incandescence très vive se produit; des fumées abondantes apparaissent dans le tube et viennent se condenser dans les parties froides de l'appareil. Si l'on ralentit la vitesse du courant gazeux, l'incandescence cesse pour se produire à nouveau dès qu'on l'accélère.

» Si la réduction du métal n'a pas été faite avec soin et à aussi basse température que possible, la réaction peut ne pas se produire; mais il suffit de chauffer légèrement un point quelconque du tube avec une lampe à alcool pour voir apparaître nettement le phénomène. L'incandescence se propage ensuite de proche en proche sur une longueur qui peut atteindre 15 à 20^{cm}.

» Cette incandescence ne dure pas plus de deux à trois minutes; au moment où elle se produit un abondant dépôt de charbon se forme dans le tube; l'obstruction est bientôt complète, le courant gazeux est arrêté, et les points lumineux disparaissent.

» L'expérience est surtout brillante avec le fer; mais elle se produit très nettement aussi avec le nickel et le cobalt, réduits par l'hydrogène.

» La poudre noire que l'on trouve tassée dans le tube, après l'expérience, est formée d'un carbone léger, dans lequel le métal est diffusé. Il rappelle le carbone ferrugineux étudié par Grunner ([1]), dans sa réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone. Ce charbon dégage de l'hydrogène et laisse un résidu noir, ferrugineux. Cette substance charbonneuse est d'autant plus riche en métal qu'elle se trouve plus près du fer réduit employé dans l'expérience.

» Les vapeurs assez denses, qui se produisent au moment de la réaction, peuvent être aisément condensées à l'aide d'un petit serpentin de verre

---

([1]) Grunner, *Sur le dédoublement de l'oxyde de carbone sous l'action combinée du fer métallique et des oxydes de ce métal* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 8; 1872).

entouré de glace. Le liquide, ainsi obtenu, est riche en benzine, cette dernière est accompagnée de tous les carbures qui peuvent se produire dans cette réaction, et dont la formation a été magistralement étudiée par M. Berthelot.

» Enfin, nous avons étudié les gaz dégagés, et nous avons remarqué que, tant que l'incandescence ne se produit pas, l'acétylène n'est pas altéré. Il ne se forme point de produits condensables à — 23° et les propriétés du gaz ne sont en rien modifiées.

» Aussitôt que la réaction s'allume en un point, le gaz que l'on recueille est de l'hydrogène pur. Les analyses suivantes le démontrent :

	Gaz.	Après réactif cuivreux.	Acétylène pour 100.
	cc	cc	cc
Nickel	6,8	6,5	4,4
»	6,8	6,5	4,4
Cobalt	10,4	9,5	8,6
Fer	6,9	6,8	1,4
»	7,0	6,9	1,4

» Le résidu gazeux, après traitement par le sous-chlorure de cuivre, est de l'hydrogène pur. Les combustions eudiométriques, qui en ont été faites, ne nous ont donné que des quantités à peine appréciables d'acide carbonique provenant d'une petite quantité de vapeur de benzine.

» Il résulte de ces expériences que l'acétylène réagit, à la température ordinaire, sur le fer, le nickel et le cobalt réduits, en produisant un grand dégagement de chaleur. Une certaine partie de l'acétylène se transforme, conformément aux réactions pyrogénées décrites par M. Berthelot, en benzine et polymères, tandis que la majeure partie du gaz se dédouble en ses éléments : carbone et hydrogène.

» Cette réaction est due à un phénomène physique. Le fer, le nickel et le cobalt réduits sont extrêmement poreux ; ils absorbent énergiquement le gaz acétylène. Cette absorption dégage une certaine quantité de chaleur qui amène la polymérisation et finalement la décomposition de l'acétylène. Dès lors toute l'énergie qui était en réserve dans l'acétylène, composé endothermique, ainsi que l'a établi M. Berthelot, devient disponible ; l'ensemble de ces réactions produit l'incandescence, et le phénomène se continue en s'accentuant de plus en plus, jusqu'au moment où le carbone provenant de la décomposition de l'acétylène s'est accumulé dans le tube en assez grande quantité pour arrêter l'arrivée du gaz.

» Si cette interprétation est exacte, tout corps poreux, tel que le platine, par exemple, doit fournir un résultat identique. C'est, en effet, ce que nous avons pu constater.

» Le noir de platine a été préparé en réduisant le chlorure platinique par le sucre en présence d'une solution de carbonate de soude. Après lavage à l'acide chlorhydrique, puis successivement à l'eau, à l'alcool, à l'éther, il a été desséché dans le vide sulfurique.

» Ce noir de platine a été disposé dans un tube de verre de Bohême dans lequel on a fait le vide avec la trompe à mercure (1). Aussitôt que l'acétylène se trouve au contact du noir de platine, ce dernier devient incandescent, et la décomposition se produit comme précédemment : dépôt de carbone, formation d'hydrogène et de carbures pyrogénés.

» La mousse de platine et l'amiante platinée se conduisent de même. Si le phénomène n'apparaît pas de suite, on le provoque en chauffant légèrement.

» Ces substances essentiellement poreuses se comportent donc comme le fer, le nickel et le cobalt.

» Enfin, en diluant l'acétylène dans un gaz inerte tel que l'azote, on peut empêcher l'incandescence de se produire, mais l'absorption du gaz se fait néanmoins avec lenteur et peu à peu le métal se carbure et retient une petite quantité d'hydrogène (2).

» Nous n'avons pu isoler, dans ces conditions, aucun composé solide ou liquide renfermant du métal.

» *Conclusions*. — En résumé, le fer, le nickel et le cobalt pyrophoriques, c'est-à-dire réduits à aussi basse température que possible, mis en présence d'un excès d'acétylène à froid, décomposent ce gaz avec incandescence en produisant du charbon, de l'hydrogène et des carbures pyrogénés. Cette décomposition doit être attribuée à un phénomène physique; elle est due à la porosité de ces métaux. Le même phénomène peut se répéter avec la mousse de platine. »

---

(1) Il est utile de chauffer ce noir dans le vide pendant dix minutes avec une lampe à alcool pour le priver de l'eau et des gaz qu'il contient. On le laisse ensuite revenir à la température ordinaire.

(2) Le nickel réduit, soumis pendant trente minutes à l'action d'un courant très lent d'acétylène dilué, renfermait ensuite : carbone 1,26 pour 100, hydrogène 0,22.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les échanges respiratoires dans le cas de contractions musculaires provoquées électriquement chez les animaux en état d'abstinence ou nourris avec une ration riche en hydrates de carbone. Corollaires relatifs à la détermination du potentiel directement consacré au travail physiologique des muscles;* par MM. **A. Chauveau** et **F. Laulanié.**

« Il y a une telle importance, au point de vue pratique comme au point de vue purement scientifique, à être fixé sur la nature du potentiel qui fournit l'énergie nécessaire à l'exécution du travail physiologique des muscles, qu'il ne faut pas craindre de multiplier les démonstrations. Celles qui vont être données dans cette Note établissent que le travail provoqué par des excitations artificielles entraînent les mêmes conséquences que le travail naturel. De fait, dans les deux cas, le phénomène essentiel qui provoque la dépense d'énergie est toujours le même. C'est une création d'élasticité dans le muscle contracté. Ce travail ne saurait donc, *a priori*, dériver d'une source d'énergie qui ne soit pas celle où le tissu musculaire puise habituellement le potentiel qu'il consomme.

» On a cherché à s'en assurer en déterminant le quotient respiratoire dans deux conditions fondamentales : 1° chez des sujets en état d'abstinence, obligés de consommer le potentiel emmagasiné dans leur organisme ; 2° sur des sujets surabondamment nourris d'hydrates de carbone et *pouvant* ainsi emprunter directement leur potentiel énergétique à ces hydrates de carbone alimentaires, en même temps qu'à ceux qui sont déjà incorporés aux tissus.

» Les expériences ont été faites sur le chien et le lapin.

» *Méthode.* — Dans toutes ces expériences, l'activité des muscles a été sollicitée par des excitations électriques, sous forme de chocs induits jetés sur l'animal avec un rythme constant qui, le plus ordinairement, n'a pas dépassé 30 excitations par minute.

» Les deux électrodes, en forme d'aiguilles, étaient placées aux deux extrémités du corps : nuque et croupe. De cette manière, le courant intéressait la totalité de l'appareil musculaire, et chacun des chocs d'induction provoquait une secousse générale.

» C'est par la méthode de l'exploration, décrite par l'un de nous,

que les coefficients respiratoires ont été déterminés [1]. Par l'emploi de cette méthode, chaque détermination fait connaître les caractères du chimisme respiratoire, au moment précis où elle a lieu. En sériant convenablement les déterminations, on peut donc suivre la marche des changements subis par l'intensité des combustions.

» La sériation a consisté à déterminer les coefficients respiratoires : 1° *avant* le travail; 2° *pendant* le travail et à divers moments du travail; 3° pendant la période d'inactivité immédiatement consécutive au travail, en général *après* une heure et *après* deux heures de repos.

» *Expériences sur le chien nourri habituellement de soupe au lait, mais en état d'abstinence.* — L'animal qui a servi de sujet est un petit chien épagneul, dont le poids moyen était de 3kg, 300 environ, au moment de cette série d'expériences. On a déterminé, chez cet animal, les coefficients et quotients respiratoires, dans diverses conditions d'abstinence et de travail musculaire excité électriquement. Nous ne citerons que les quotients, qui nous intéressent à peu près exclusivement dans le cas présent.

» *Expérience I.* — L'animal est à jeun depuis 24 heures.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail........	0,790
II.	Après 30 minutes de travail musculaire.............	0,943
III.	Après 1 heure » »	0,905
IV.	Après 1 heure ½ » »	0,900
V.	Après 2 heures » »	0,846
VI.	État de repos, 45 minutes après la cessation du travail..	0,789

» *Expérience II.* — L'animal est à jeun depuis six jours :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	Etat de repos, immédiatement avant le travail........	0,750
II.	Après trente minutes de travail musculaire	0,819
III.	Après une heure » »	0,840
IV.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	0,687
V.	» quatre heures » .	0,756

» *Expériences III, IV, V.* — Cette série a été entreprise pour suivre les modifications que la prolongation du jeûne imprime aux échanges respiratoires, dans le cas de travail musculaire provoqué artificiellement. On a donc déterminé ces échanges après un jour, deux jours, trois jours d'abstinence. Voici les résultats :

---

(1) Laulanié, *Archives de Physiologie expérimentale,* 1895.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$. 1er jour d'abstinence.	2e jour d'abstinence.	3e jour d'abstinence.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail......	0,874	0,740	0,685
II.	Après une heure de travail musculaire	0,895	0,780	0,790
III.	Après deux heures » »	0,900	0,866	0,808
IV.	Après trois heures » »	»	»	0,772
V.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	0,770	0,730	0,681
VI.	» deux heures » .	»	0,708	»

» Dans toutes ces expériences se manifestent très nettement les résultats constatés chez l'homme qui exécute du travail spontané [1]. Ainsi :

» 1° *Le quotient respiratoire s'élève pendant le travail;*

» 2° *Cette élévation s'atténue si le travail se prolonge;*

» 3° *Le repos consécutif au travail détermine toujours une chute telle du quotient respiratoire, qu'il est ramené au niveau, souvent même au-dessous, de sa valeur primitive, celle du repos précédant le travail.*

» Naturellement, ces résultats, *identiques* à ceux des expériences faites sur l'homme, possèdent une signification *identique :*

» 1° *L'accroissement du quotient respiratoire indique que le potentiel brûlé pour fournir l'énergie source du travail est un hydrate de carbone;*

» 2° *Dans l'atténuation de cet accroissement du quotient respiratoire, pendant les dernières parties de la période de travail, il faut voir l'indice d'une activité plus grande imprimée à l'oxydation rudimentaire de la graisse, pour le renforcement de la reconstitution des hydrates de carbone qui se brûlent;*

» 3° *Enfin, la chute considérable du quotient respiratoire, dans la période de repos consécutif au travail, témoigne de la continuation de cette oxydation ébauchée de la graisse alors que, le travail musculaire ayant cessé, il n'y a plus surcombustion d'hydrates de carbone du fait de l'intervention de ce travail.*

» Même dans les résultats *differentiels* qui traduisent l'influence des conditions *différentielles* introduites dans ces cinq expériences, le mécanisme de la consommation du potentiel-hydrate de carbone et de sa restitution aux dépens de la graisse se révèle nettement. Mais, pour simplifier, nous écartons provisoirement tout détail à ce sujet.

» *Expériences sur le chien en digestion d'une ration très riche en hydrates de carbone.* — Le même sujet a servi dans ces expériences. Il était, depuis

(1) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1163 et 1169; 1896.

quinze jours, très abondamment nourri de son aliment habituel, la soupe au lait. Pendant ce temps l'animal avait augmenté de 660gr, le cinquième de son poids primitif. Les explorations du chimisme respiratoire montraient alors qu'en tout temps le quotient des échanges, très élevé, oscillait autour de l'unité, qu'il dépassait souvent (après les repas). Ce quotient dénotait donc une incessante combustion de glycose ou glycogène, accompagnée d'une active formation de graisse aux dépens des hydrates de carbone alimentaires, par le processus anaérobie bien connu. Le quotient respiratoire ne peut, en effet, s'élever jamais au-dessus de l'unité sans l'intervention de ce processus. Il y avait un grand intérêt à connaître l'influence que le travail musculaire exerce dans ce cas sur les échanges respiratoires, alors que l'organisme, en quelque sorte saturé de potentiel immédiatement disponible, n'a pas besoin d'en fabriquer aux dépens de la graisse.

» *Expérience VI.* — Cette expérience est commencée trois heures après un repas copieux de soupe au lait (600gr).

» Voici les résultats :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail........	1,033
II.	Après quarante-cinq minutes de travail musculaire...	1,017
III.	Après une heure et demie » »	1,044
IV.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	1,052

» *Expérience VII.* — Elle est, comme la précédente, commencée trois heures après un repas copieux de soupe au lait (600gr).

» Résultats en ce qui concerne le quotient respiratoire :

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail........	1,000
II.	Après une heure de travail musculaire..............	1,042
III.	Après deux heures » »	1,008
IV.	État de repos, une heure après la cessation du travail.	1,032
V.	» deux heures » .	1,017

» On est immédiatement frappé, en comparant les chiffres de ces deux expériences, du peu d'influence qu'exerce, sur le quotient respiratoire, l'introduction de la condition du travail et de la condition opposée, la cessation du travail. Plus rien, ici, qui approche de l'importance des élévations et des chutes constatées chez l'animal en état d'abstinence. Évidemment, les travaux chimiques intérieurs ne sont plus les mêmes. Or il est facile de voir que les modifications survenues dans ces travaux sont commandées par le processus de reconstitution du potentiel immédiatement disponible.

» Ce potentiel a beau se dépenser, il abonde toujours parce que le tra-

vail d'absorption intestinale l'introduit incessamment dans le torrent circulatoire. Jamais l'économie n'a besoin alors d'en fabriquer avec la graisse. Au contraire, l'organisme est comme en pléthore d'hydrates de carbone en provenance de l'appareil digestif. Ceux-ci ne peuvent plus s'accumuler en nature, ni s'employer immédiatement, même quand intervient un très actif travail musculaire. Ces hydrates de carbone alimentaires persistent alors à s'emmagasiner partiellement sous forme de graisse, comme dans l'état de repos. L'acte purement anaérobie qui opère cette transformation continue donc à dégager une notable quantité d'acide carbonique, sans absorption correspondante d'oxygène. Il est ainsi tout naturel que, dans le cas de travail musculaire, soit *pendant*, soit *après* la mise en activité des muscles, le quotient respiratoire, gardant l'empreinte qu'il reçoit de l'intervention de ce processus chimique, dépasse fort souvent l'unité.

» En somme, *dans le cas d'abstinence, le potentiel immédiatement disponible (hydrate de carbone) est fourni aux muscles par la graisse qui s'oxyde incomplètement pour se transformer en glycose ou glycogène. Mais dans le cas d'alimentation très riche en hydrates de carbone, le potentiel nécessaire au travail musculaire provient plus ou moins directement de ces hydrates de carbone alimentaires*. Nous disons *plus ou moins directement*, parce qu'il serait possible que leur incorporation préalable, sous forme de glycogène hépatique et musculaire, fût un acte nécessaire. C'est, du reste, un point qui importe peu aux solutions cherchées en ce moment ([1]).

» *Expériences sur le lapin en état d'abstinence.* — Celles qui ont été faites dans cette condition, facile à réaliser d'une manière sûre, donnent les résultats habituels : résultats surtout bien marqués chez les sujets à jeun au moins depuis quarante-huit heures.

» *Expérience VIII.*—Lapin privé d'aliments depuis deux jours. Il a déjà été soumis la veille à des excitations électriques. Les échanges respiratoires fournissent pour les quotients les chiffres suivants :

N°s.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail	0,750
II.	Première partie du travail musculaire	0,860
III.	Deuxième partie du travail musculaire	0,840
IV.	Troisième partie du travail musculaire	0,800
V.	État de repos, 1 heure après la cessation du travail....	0,740

([1]) Au cours d'expériences visant un autre but, des résultats tout aussi démonstratifs, sinon plus, ont été obtenus sur l'homme soumis au travail musculaire naturel. Mais la publication de ces résultats ne sera faite qu'au moment où il sera traité des questions spéciales en vue desquelles les expériences ont été instituées.

» *Expériences sur le lapin soumis à son régime herbivore habituel.* — Les expériences avec alimentation ne peuvent pas être exécutées avec la même précision que chez le chien et ne donnent pas des résultats aussi démonstratifs. On n'est pas maître, en effet, comme avec ce dernier, des conditions dans lesquelles le sujet prend ses repas. Voici pourtant quelques exemples intéressants :

» *Expérience IX.* — Lapin nourri à discrétion.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail	0,969
II.	Après 45 minutes de travail musculaire	1,000
III.	Après 1 heure $\frac{1}{4}$ » »	0,939
IV.	Après 3 heures » »	0,939
V.	Après 3 heures $\frac{1}{2}$ » »	0,939
VI.	Après 4 heures $\frac{1}{2}$ » »	0,939
VII.	État de repos, 1 heure après la cessation du travail...	0,837

» *Expérience X.* — La crèche de l'animal a été abondamment garnie la veille au soir. On constate le matin qu'il s'est fortement alimenté pendant la nuit.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail	0,972
II.	Après 30 minutes de travail musculaire	1,000
III.	Après 1 heure » »	0,979
IV.	Après 1 heure $\frac{1}{2}$ » »	1,000
V.	Après 2 heures » »	1,000
VI.	État de repos, 2 heures après la cessation du travail.....	0,833
VII.	» 4 heures 50 » » ...	0,835

» On voit, par ces exemples, que le lapin en train de s'assimiler des hydrates de carbone se comporte à peu près comme le chien, en ce sens que le travail n'accroît pas ou accroît à peine le quotient respiratoire. Mais celui-ci baisse beaucoup *après* le travail, probablement parce que la dépense d'hydrates de carbone qui s'est faite *pendant* le travail en a laissé fort peu à transformer en réserves graisseuses.

» *Expérience XI.* — Lapin nourri à discrétion; mais on ne sait pas, le matin du jour de l'expérience, si le sujet s'est alimenté pendant la nuit.

Nos.		$\frac{CO^2}{O^2}$.
I.	État de repos, immédiatement avant le travail	0,911
II.	Après 1 heure de travail musculaire	0,948
III.	Après 2 heures » »	0,924
IV.	Après 3 heures » »	0,897
V.	Après 5 heures » »	0,875
VI.	Après 6 heures » »	0,850

» Comme dans les deux expériences précédentes, le quotient respiratoire a été peu accru par le travail musculaire. Mais ce dernier a détourné à son profit une plus grande quantité des hydrates de carbone introduits par l'alimentation dans le torrent circulatoire. En effet, le quotient respiratoire baisse, pendant le travail même, au-dessous du chiffre primitif (avant le travail). Le processus anaérobie, qui transforme en graisse les hydrates de carbone alimentaires, est donc peu actif, si même le processus inverse ne commence à le remplacer. Le quotient respiratoire de l'état de repos, après le travail, aurait peut-être pu nous éclairer à ce sujet. Malheureusement les échanges gazeux, qui eussent permis de calculer ce quotient, n'ont pas été déterminés.

» En résumé, cette nouvelle série d'expériences confirme nos précédentes déterminations, *sur la nature du potentiel consacré à l'exécution du travail musculaire. Ce potentiel est toujours un hydrate de carbone : soit celui qui est emprunté aux réserves de glycogène de l'organisme ; soit celui qui provient de la transformation des réserves graisseuses; soit enfin celui qui est fourni plus ou moins directement aux muscles par l'absorption digestive.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRAULIQUE. — *Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux.* Mémoire de M. **Bazin**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussinesq, Sarrau, Léauté.)

« Les premières expériences sur la répartition des vitesses dans l'intérieur d'un tuyau de conduite ont été entreprises par M. Darcy, en 1850, aux ateliers de Chaillot (¹). Il en déduisit la relation

$$V - v = 11,3 \frac{r^{\frac{3}{2}}}{R} \sqrt{I},$$

dans laquelle V représente la vitesse maximum au centre, v la vitesse à la distance r du centre, R le rayon du tuyau et I la perte de charge par mètre courant. Si l'on divise par la vitesse moyenne U, on a, en désignant par b le coefficient $\frac{RI}{U^2}$,

$$\frac{V - v}{U} = 11,3 \left(\frac{r}{R}\right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{b},$$

(¹) *Recueil des Savants étrangers*, t. XV.

ou simplement, en faisant, pour abréger, $\frac{V-v}{U\sqrt{b}}=y$ et $\frac{r}{R}=x$,

$$y = 11,3\,x^{\frac{3}{2}}.$$

» M. Darcy n'avait pu opérer que sur des tuyaux d'assez faible dimension, et les vitesses avaient été mesurées seulement en cinq points d'un même diamètre vertical, savoir : au centre et, de chaque côté, au tiers et aux deux tiers du rayon. Quelques années plus tard, il se proposa, dans le cours de ses recherches sur les canaux découverts, d'étudier également la répartition des vitesses dans un canal à section demi-circulaire. En réglant le débit de telle sorte que le niveau de l'eau vînt affleurer le diamètre horizontal, le canal fonctionnait comme une moitié de tuyau, et l'on pouvait, en lui donnant d'assez grandes dimensions, multiplier les points d'observation dans la région périmétrique, non explorée en 1850. Ces expériences montrèrent bientôt que la décroissance des vitesses était plus rapide en approchant de la paroi que ne l'indiquait la formule ci-dessus; elles furent interrompues par la mort prématurée qui enleva M. Darcy à la Science au commencement de l'année 1858. Après les avoir terminées dans le courant de cette même année, je fus conduit [1] à représenter leurs résultats par une formule différente, qui, en conservant la même notation abrégée, peut s'écrire

$$y = 21\,x^3. \tag{1}$$

» En présence de ces résultats contradictoires, de nouvelles expériences sur les tuyaux semblaient nécessaires; il fallait opérer sur de plus grands diamètres, et il devenait dès lors à peu près impossible de les exécuter à Paris. J'ai pu les réaliser à Dijon en utilisant la rigole qui me servait pour l'étude des déversoirs, et en charger M. Hégly, conducteur des Ponts et Chaussées, dont le dévouement et la sagacité m'ont été d'un si grand secours dans cette longue étude. Un tuyau en ciment, très lissé (où l'on avait $\sqrt{b}$ égal seulement à 0,0182), de $0^{m},80$ de diamètre et 80^{m} de longueur, recevant l'eau du canal de Bourgogne, a été établi sur le fond de la rigole. Les vitesses ont été mesurées avec un appareil analogue au tube Darcy, en trois sections distantes de 20^{m}; on a opéré en chacune d'elles avec deux débits différents, et déterminé les vitesses : au centre et à $0^{m},025$; $0^{m},05$;

---

(1) *Recueil des Savants étrangers*, t. XIX.

$0^m,10$; $0^m,15$; 0^m20; $0^m,25$; $0^m,30$; $0^m,35$ et $0^m,375$ du centre. Le régime uniforme était établi dans les deux dernières sections, où le rapport $\frac{V}{U}$ avait la valeur commune 1,1675; il ne l'était pas encore dans la première, où le rapport analogue était seulement 1,12. On a pu constater, ainsi, que ni l'une ni l'autre des deux formules ci-dessus ne représente les faits dans leur ensemble. L'expression $y = 11,3x^{\frac{3}{2}}$ reste applicable tant que x est inférieur à 0,6; au delà de cette limite, la divergence s'accuse rapidement et c'est la formule $y = 21x^3$ qui doit lui être substituée; car elle représente mieux la physionomie générale du phénomène, bien qu'elle donne des valeurs un peu faibles pour y dans la région centrale, et aussi dans le voisinage immédiat de la paroi.

» En effet, les écarts observés $y - 21x^3$ ont les valeurs suivantes :

Pour	$x =$	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	0,9375
»	$y - 21x^3 =$	0,34	0,77	1,18	1,50	1,47	0,30	−0,58	0,34

» On est donc conduit à rechercher si l'on ne pourrait pas conserver cette formule, en la complétant par l'addition d'un terme correctif; on obtient une approximation satisfaisante en posant

$$y = 21x^3 + 27x^2(1 - 1,10x)^2.$$

» Mais cette expression ne s'adapte pas parfaitement à la région la plus voisine de la paroi, la valeur du terme correctif, dont la forme est trop simple, devenant alors insuffisante. Si l'on abandonne comme première approximation la formule $y = 21x^3$, en cherchant une expression empirique nettement différente, l'équation

$$y = 29,5\left[1 - \sqrt{1 - 0,95x^2}\right],$$

qui correspondrait graphiquement à un arc d'ellipse, convient mieux à la région périmétrique; on a, en effet, en faisant $x = 1$, $y = 22,9$, ce qui diffère peu de la valeur expérimentale 23,4, obtenue par extrapolation.

» On déduit de chacune des deux expressions précédentes celle du rapport $\frac{V}{U}$; elles donnent des valeurs à peu près identiques :

$$\frac{V}{U} = 1 + 9,03\sqrt{b}.$$

» La vitesse moyenne se trouve à la distance $r = 0,74R$, c'est-à-dire

sensiblement plus loin du centre que ne l'indiquait la formule $y = 11{,}3x^{\frac{3}{2}}$. L'expérience donnerait plutôt $r = 0{,}75\,\mathrm{R}$.

» La loi de variation des vitesses dans un tuyau est plus compliquée qu'on ne l'avait supposé ; la formule primitive de M. Darcy ne s'applique pas à la région périmétrique, et la seconde formule déduite des expériences sur les canaux découverts est plus conforme à l'ensemble du phénomène ; elle reste, il est vrai, un peu en défaut dans le voisinage de la paroi et aussi près du centre, où l'écoulement ne s'opère pas tout à fait de même, suivant qu'il a lieu dans un tuyau ou dans un canal découvert. Dans ce dernier cas, l'absence de pression sur la surface libre favorise, aux environs de cette surface, la production de mouvements irréguliers, qui ne permettent pas aux vitesses de décroître aussi rapidement que dans un tuyau : la différence des deux modes d'écoulement ne se manifeste toutefois que dans cette région spéciale et n'apparaît pas dans le reste de la section. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un « Enregistreur musical »*. Note de M. A. Rivoire.

(Renvoi au concours du prix de Mécanique.)

« Avec cet appareil, un air exécuté sur le piano est immédiatement et automatiquement transcrit sur une bande de papier sans fin, qui se déroule, à une vitesse donnée, sous le clavier, et qui, au moyen d'une clef spéciale, est lu aussi facilement que la musique écrite en caractères ordinaires.

» Le mécanisme doit offrir une grande précision. M. Rivoire se sert *d'arbres de transmission à tiges rigides*, entre les quatre-vingt-quatre notes du clavier d'un piano, qui représentent une longueur de $1^{\mathrm{m}},17$, et son inscription mélographique est réduite à 21^{cm}, sur un papier sans fin.

» Les rouleaux de papier ont 75^{m} de long et se déroulent à la vitesse de $1^{\mathrm{m}},25$ à la minute. Un mouvement d'horlogerie à double barillet entraîne, dans un jeu de cylindres, le papier qui se règle en même temps que les notes viennent s'inscrire, appelées par les doigts, à la hauteur et à la position qu'elles occupent dans l'échelle diatonique.

» Chacune des quatre-vingt-quatre notes du piano est munie d'un mécanisme indépendant qui lui est propre. Réunis dans une même boîte, les quatre-vingt-quatre mécanismes forment un tout complet et précis sous les doigts du musicien compositeur. »

M. **Julien Van Cleemput** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « La Biologie astrale et l'Embryogénie cosmique ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Camille Dareste**, M. **Léon Vaillant** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par suite du décès de M. *Sappey*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE. — *Densité des étoiles variables du type d'Algol.* Note de M. **Mériau**, présentée par M. Tisserand.

« Les variations d'éclat des étoiles de la classe d'Algol sont attribuées à des éclipses produites par des satellites obscurs.

» Soient m la masse de l'étoile, m' celle de son satellite, a le demi grand axe de l'orbite, T la durée de la révolution et μ une constante, on a la relation

$$T^2 = \frac{\mu a^3}{m + m'}.$$

» Soient r et r' les rayons des deux composantes supposées sphériques, d et d' leurs densités, on aura

$$T^2 = \frac{3\mu a^3}{4\pi(r^3 d + r'^3 d')}.$$

» Posons $\frac{r}{a} = n$, $\frac{r'}{a} = n'$, $\frac{3\mu}{\pi} =$ une nouvelle constante ν, on obtient

$$(1) \qquad T^2 = \frac{\nu}{4(n^3 d + n'^3 d')}.$$

» D'autre part, la densité moyenne des deux composantes est

$$D = \frac{n^3 d + n'^3 d'}{n^3 + n'^3},$$

d'où

(2) $$D = \frac{\nu}{4(n^3 + n'^3)T^2}.$$

» 1. Si l'orbite est circulaire, l'arc parcouru pendant la durée t de l'éclipse est $\frac{2\pi t}{T}$; on trouve, en désignant par i l'inclinaison,

$$n + n' = \sqrt{1 - \cos^2\frac{\pi t}{T}\cos^2 i}.$$

Comparant à (2), il vient

(3) $$D = \frac{(n+n')^3}{4(n^3+n'^3)}\,\frac{\nu}{T^2\left(1 - \cos^2\frac{\pi t}{T}\cos^2 i\right)^{\frac{3}{2}}},$$

à cause de $(n+n')^3 \leqq 4(n^3+n'^3)$.

» Le premier rapport de (3) a pour limites : 1, lorsque les diamètres des composantes sont égaux, et $\frac{1}{4}$ lorsque l'une des composantes se réduit à un point. Dans ce dernier cas, il n'y a pas d'éclipse.

» Lorsqu'il y a maximum, on a

$$2n = \sqrt{1 - \cos^2\frac{\pi t}{T}\cos^2 i} \qquad \text{et} \qquad D = \frac{\nu}{T^2\left(1 - \cos^2\frac{\pi t}{T}\cos^2 i\right)^{\frac{3}{2}}}.$$

Si l'inclinaison est nulle, on obtient un nouveau maximum par rapport aux diamètres et à l'inclinaison de l'orbite; on a

(4) $$2n = \sin\frac{\pi t}{T}, \qquad D_2 = \frac{\nu}{T^2\sin^3\frac{\pi t}{R}}.$$

» L'intensité de l'éclipse I, donnée par l'observation, est sensiblement égale au rapport de la surface éclipsée à la surface de l'étoile. Son maximum est un.

» Le diamètre du satellite, que l'on suppose au plus égal à celui de l'étoile, ne sera pas inférieur, pour une intensité observée, à la valeur fournie par la relation

$$I = \frac{n'^2}{n^2},$$

d'où

(5) $$\lim\frac{(n+n')^3}{4(n^3+n'^3)} = \frac{\left(1+I^{\frac{1}{2}}\right)^3}{4\left(1+I^{\frac{3}{2}}\right)}.$$

On trouve

$$\mathrm{I} = 1, \quad \lim = 1, \quad \mathrm{I} = 0,5, \quad \lim = 0,95, \quad \mathrm{I} = 0, \quad \lim = 0,25.$$

» D'autre part, la limite de l'inclinaison pour l'intensité I sera donnée, au contact des deux composantes, par la relation

$$2i + \sin 2i = (1 - \mathrm{I})\pi.$$

On trouve

$$\begin{array}{lll} \mathrm{I} = 1 & i = 0 & \cos i = 1, \\ \quad = 0,5 & i = 24^\circ 13' 8'' & \cos i = 0,912, \\ \quad = 0 & i = 90^\circ & \cos i = 0. \end{array}$$

» L'intensité observée est, en général, supérieure ou peu inférieure à 0,5; les limites du rapport (5) et le cosinus de l'inclinaison approchent de l'unité et changent peu la densité. Ils seront le plus souvent négligeables.

» 2. Pour calculer la constante ν, on rapporte la relation (1) au Soleil et à la Terre. T est alors égal à l'année sidérale prise pour unité. On a pour le Soleil

$$n = \sin 16' 2'', \qquad d = 1,39.$$

» On néglige $n'^3 d'$ rapporté à la Terre, d'où

$$\nu = 5,56 \sin^3 16' 2'' \quad \text{et} \quad \log \nu = \bar{7},7513200.$$

» La relation (4) donne pour une étoile variable, orbite circulaire

$$\mathrm{T} = 69^{\mathrm{h}} \quad \text{et} \quad \frac{t}{\mathrm{T}} = 0,1,$$

$$\mathrm{D}_2 = 0,308.$$

» 3. Si l'orbite est elliptique, on a au périhélie et à l'aphélie, en écrivant $\mathrm{N} = \dfrac{r + r'}{a}$,

$$\frac{\pi t}{\mathrm{T}} = \operatorname{arc}\left\{\cos = \pm \frac{e[(1 - e^2)\cos^2 i - \mathrm{N}^2] \pm \sqrt{(1 - e^2)^2 \cos^2 i + (e^2 - \cos^2 i)\mathrm{N}^2}}{(1 - e^2)\cos^2 i \pm e\sqrt{(1 - e^2)^2 \cos^2 i + (e^2 - \cos^2 i)\mathrm{N}^2}}\right\}$$
$$\mp \frac{e}{\cos i \sqrt{1 - e^2}} \sqrt{\mathrm{N}^2 - \frac{\sin^2 i[(1 - e^2)^2 \cos^2 i + e^2 \mathrm{N}^2]^2}{[(1 - e^2)\cos^2 i \pm e\sqrt{(1 - e^2)^2 \cos^2 i + (e^2 - \cos^2 i)\mathrm{N}^2}]^2}}.$$

» Les signes supérieurs correspondent au périhélie, les inférieurs à

l'aphélie. Si l'inclinaison est nulle, on a

Le milieu de l'éclipse au périhélie.... $\frac{\pi t_1}{T} = \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{N}{\sqrt{1-e^2}}\right) - \frac{eN}{\sqrt{1-e^2}}$

» à l'aphélie..... $\frac{\pi t_2}{T} = \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{N}{\sqrt{1-e^2}}\right) + \frac{eN}{\sqrt{1-e^2}}$

» Ces équations donnent N lorsqu'on connaît T, t, e, i et si les diamètres sont égaux, en substituant dans (2), on a

$$D = \frac{\nu}{N^3 T^2}.$$

» On obtient ainsi pour Algol, d'après les nombres trouvés par M. Tisserand,

$$e = 0,132, \qquad i = 3^\circ, \qquad t \text{ au périhélie} = 6^h 30',$$
$$D = 0,247.$$

» L'inclinaison de 3° correspond à l'intensité d'Algol pour les diamètres égaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières.* Note de M. **Hadamard.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Picard.)

« J'ai lu avec le plus grand intérêt la belle Communication de M. Borel et les réflexions dont vous la faites suivre. Je me permettrai de vous soumettre une remarque relative à une de ces dernières.

» Il ne me semble pas absolument improbable que la démonstration directe de votre théorème sur les fonctions entières, pris sous sa forme générale, une fois trouvée, s'étende au cas d'une fonction admettant un point essentiel. Ce qui m'incline à penser ainsi est que la démonstration que j'avais donnée précédemment s'applique à ce nouveau cas sans modification notable (moyennant, bien entendu, une restriction toute semblable à celle qui intervient pour les fonctions entières).

» Soit, en effet,

$$F(x) = \Gamma\left(\frac{1}{x}\right) + S(x) \tag{1}$$

une fonction ayant un point essentiel à l'origine, de sorte que $\Gamma(x)$ est une fonction entière et $S(x)$ une fonction développable autour de l'ori-

gine. De plus, je supposerai (et c'est là la restriction à laquelle je faisais allusion) que Γ est de genre fini λ. Cherchons si l'on peut avoir

$$F(x) = f(x) + \theta, \tag{2}$$

θ étant une constante ou, plus généralement, une fonction régulière ou n'ayant à l'origine qu'une singularité polaire, et $f(x)$ une fonction ne s'annulant point aux environs de l'origine, de sorte qu'on a

$$f(x) = x^n \varphi(x) e^{G\left(\frac{1}{x}\right)}, \tag{3}$$

où n est un entier positif, nul ou négatif, $\varphi(x)$ une fonction régulière autour de l'origine (et non nulle en ce point), et G une nouvelle fonction entière.

» Or la comparaison des relations (1), (2) et (3), jointe à ce que nous savons sur l'ordre de grandeur des fonctions de genre λ, montre que $e^{G(z)}$ augmente indéfiniment moins vite que $e^{|x|^{\lambda+\varepsilon}}$, si petit que soit ε.

» Le raisonnement qui figure dans mon Mémoire sur les fonctions entières ne reposant que sur cette seule hypothèse, nous pouvons conclure immédiatement que G est un polynome. Dès lors, il est aisé de voir que les égalités (2) et (3) ne peuvent avoir lieu que d'une seule façon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes en involution d'équations du second ordre.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Appell.

« 1. On dit que deux équations du second ordre, à deux variables indépendantes, x et y, et à une seule fonction inconnue z, forment un *système en involution*, si les quatre équations que l'on obtient, en prenant les dérivées par rapport à x et par rapport à y, se réduisent à *trois* équations distinctes. Un système en involution admet une infinité d'intégrales, dépendant d'une fonction arbitraire. (Voir, par exemple, un Mémoire de M. Sophus Lie dans le *Bulletin de l'Académie de Leipzig*, 1893; un article de M. Weber dans les *Mathematische Annalen*, t. XLVII, et la Thèse récente de M. Beudon.)

» En me plaçant à un point de vue un peu différent, j'ai obtenu certains résultats que je me propose de résumer dans cette Note.

» 2. Un système en involution, linéaire par rapport aux dérivées du

second ordre, est de la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} r+\lambda s+\mu=0, \\ s+\lambda t+\nu=0, \end{cases}$$

λ, μ, ν étant des fonctions de x, y, z, p, q, satisfaisant à deux conditions faciles à écrire. Soit

$$(2)\qquad F(x, y, z, a, b, c)=0$$

une intégrale de ce système dépendant de trois paramètres a, b, c; l'intégrale générale est représentée par le système des deux équations

$$(3)\qquad \begin{cases} F[x, y, z, f(\alpha), \varphi(\alpha), \psi(\alpha)]=0, \\ \dfrac{\partial F}{\partial f(\alpha)} f'(\alpha)+\dfrac{\partial F}{\partial \varphi(\alpha)} \varphi'(\alpha)+\dfrac{\partial F}{\partial \psi(\alpha)} \psi'(\alpha)=0, \end{cases}$$

$f(\alpha)$, $\varphi(\alpha)$, $\psi(\alpha)$ étant des fonctions d'un paramètre variable α qui doivent satisfaire à une relation déterminée de la forme

$$(4)\qquad \Phi[f(\alpha), \varphi(\alpha), \psi(\alpha), f'(\alpha), \varphi'(\alpha), \psi'(\alpha)]=0,$$

homogène en $f'(\alpha)$, $\varphi'(\alpha)$, $\psi'(\alpha)$. On sait, depuis Monge, que l'on peut trouver les expressions les plus générales des fonctions f, φ, ψ, en intégrant une équation aux dérivées partielles du premier ordre, de sorte que les formules (3) ne renfermeront plus, quand on aura remplacé f, φ, ψ par leurs expressions, qu'une fonction arbitraire et ses dérivées *en nombre fini*.

» Les systèmes linéaires en involution présentent un intérêt particulier à cause de la propriété suivante : si toutes les intégrales d'un système en involution vérifient une équation linéaire en r, s, t, $rt-s^2$, ce système est lui-même linéaire.

» 3. Un système en involution non linéaire peut toujours être ramené à la forme suivante :

$$(5)\qquad \begin{cases} r=f(x, y, z, p, q, s), \\ t=\varphi(x, y, z, p, q, s), \end{cases}$$

et les fonctions f et φ doivent satisfaire aux deux conditions

$$(6)\qquad \frac{\partial f}{\partial s}\frac{\partial \varphi}{\partial s}=1,$$

$$(7)\qquad \frac{\partial f}{\partial y}+\frac{\partial f}{\partial z}q+\frac{\partial f}{\partial p}s+\frac{\partial f}{\partial q}\varphi+\frac{\partial f}{\partial s}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}+\frac{\partial \varphi}{\partial z}p+\frac{\partial \varphi}{\partial p}f+\frac{\partial \varphi}{\partial q}s\right)=0.$$

» Regardons pour un moment (x, y, z, p, q) comme des paramètres, r, s, t comme les coordonnées d'un point; les équations (5) représentent une courbe gauche (Γ) et la relation (6) exprime que les tangentes à cette courbe gauche sont parallèles aux génératrices du cône représenté par l'équation $rt - s^2 = 0$. Soit

$$(8) \qquad r + 2sm + tm^2 + 2\psi(x, y, z, p, q, m) = 0$$

l'équation du plan osculateur à cette courbe, m étant un nouveau paramètre qui fixe la position d'un point sur (Γ); l'enveloppe de ce plan osculateur est une surface développable (Σ) qui admet la courbe (Γ) pour arête de rebroussement. Si, dans l'équation de cette surface

$$(9) \qquad F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0,$$

on attribue de nouveau aux lettres x, y, z, p, q, r, s, t le sens habituel, elle constitue une équation du second ordre (E), qui admet pour *intégrales singulières* les intégrales du système proposé (5).

» Pour que le système (5) soit en involution, la fonction $\psi(x, y, z, p, q, m)$ doit satisfaire à une condition que je ne puis reproduire ici. Cette condition exprime que l'équation (9) appartient à une classe d'équations du second ordre dont je me suis déjà occupé à diverses reprises, en particulier dans un Mémoire des *Acta mathematica* (t. XIX). J'ai montré que l'intégration d'une équation de cette espèce se ramène à l'intégration d'un système complet ; l'intégrale générale est représentée par un système de formules où figurent explicitement deux fonctions arbitraires $f(a)$, $\varphi(a)$ d'un paramètre a, et leurs dérivées

$$(10) \qquad \begin{cases} \Phi[x, y, z, a, f(a), \varphi(a), \varphi'(a)] = 0, \\ \dfrac{\partial\Phi}{\partial a} = \dfrac{\partial\Phi}{\partial f(a)} f'(a) + \dfrac{\partial\Phi}{\partial\varphi(a)} \varphi'(a) + \dfrac{\partial\Phi}{\partial\varphi'(a)} \varphi''(a) = 0. \end{cases}$$

Quant à l'intégrale générale du système en involution, elle est aussi représentée par les formules (10), mais les fonctions $f(a)$ et $\varphi(a)$ doivent satisfaire à une équation de condition

$$\Psi[a, f(a), f'(a), \varphi(a), \varphi'(a), \varphi''(a)] = 0,$$

qui exprime que la surface variable $\Phi = 0$ a un contact du second ordre avec son enveloppe tout le long de la caractéristique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Picard.

« La solution de tout problème de Mécanique dans le plan, pour lequel il existe une fonction des forces, les lignes équipotentielles étant des droites d'ailleurs quelconques, se ramène, par la méthode de Jacobi, à l'intégration de l'équation différentielle du premier ordre et du second degré

$$(1) \qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + y^2 = f(x).$$

» La même équation se rencontre dans plusieurs problèmes importants de Mécanique et de Géométrie supérieure. Ainsi, la recherche des géodésiques des surfaces spirales, et le problème d'applicabilité de ces surfaces, l'une sur l'autre, se ramène à l'intégration de l'équation (1). Si dans (1) on change x en ω, et y en ρ, on a l'équation à laquelle on est conduit lorsqu'on cherche, en coordonnées polaires, les isométriques d'une courbe donnée par rapport à un système de droites concourantes, etc.

» Remarquons que l'équation plus générale

$$(2) \qquad \varphi(x)\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \psi(x) y \frac{dy}{dx} + \chi(x) y^2 + \theta(x) = 0$$

se ramène à la forme (1), car si l'on pose

$$u = e^{-\frac{1}{2}\int \frac{\psi}{\varphi} dx}, \qquad y = uY,$$

l'équation (2) se change en

$$\varphi(x) u^2 \left(\frac{dY}{dx}\right)^2 + \left[\varphi(x)\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \psi(x) u \frac{du}{dx} + \chi(x) u^2\right] Y^2 + \theta(x) = 0,$$

et en posant

$$z = \int \frac{dx}{u} \sqrt{\frac{\varphi(x) u'^2 + \psi(x) u u' + \chi(x) u^2}{\varphi}},$$

l'équation prend la forme (1).

» C'est donc à cause de l'importance de l'équation (1) que la remarque suivante pourra présenter quelque intérêt. Je me propose de montrer comment cette équation se ramène elle-même à une autre qui a déjà été l'objet de travaux importants, dont les résultats deviendront ainsi applicables aux questions citées plus haut.

» L'équation (1) est satisfaite si l'on pose

$$y = \sqrt{f(x)}\sin\varphi, \qquad \frac{dy}{dx} = \sqrt{x}\cos\varphi,$$

où φ est la nouvelle fonction inconnue de x définie par l'équation différentielle

$$(3) \qquad \frac{d\varphi}{dx} = 1 - \frac{1}{2}\frac{f'(x)}{f(x)}\operatorname{tang}\varphi.$$

» En posant

$$\varphi = x + u,$$

l'équation devient

$$(4) \qquad \frac{du}{dx} = -\frac{1}{2}\frac{f'(x)}{f(x)}\operatorname{tang}(x+u),$$

et en introduisant la nouvelle variable indépendante

$$z = -\frac{1}{2}\log f(x),$$

d'où, par exemple,

$$x = \theta(z),$$

on aura

$$(5) \qquad \frac{du}{dz} = \operatorname{tang}[\theta(z) + u],$$

ou

$$\theta(z) + u = \operatorname{arc\,tang} p \qquad \text{avec} \qquad p = \frac{du}{dz}.$$

» En différentiant et en résolvant par rapport à $\frac{dp}{dz}$, on aura

$$(6) \qquad \frac{dp}{dz} = (1 + p^2)[p + \theta'(z)].$$

» Si l'on pose alors

$$p = -\frac{1}{3}\theta'(z) + X,$$

l'équation devient

$$(7) \qquad \frac{dX}{dz} = \lambda(z) + \mu(z)X + X^3$$

avec

$$\lambda(z) = \frac{1}{3}\theta''(z) + \frac{2}{3}\theta'(z) + \frac{2}{27}\theta'(z)^3,$$

$$\mu(z) = 1 - \frac{1}{3}\theta'(z)^2.$$

» Posons ensuite

$$v = e^{z - \frac{1}{3}\int \theta(z)^2 \, dz}, \qquad X = vY,$$

on aura

$$\text{(8)} \qquad \frac{dY}{dz} = \frac{\lambda(z)}{v} + v^2 Y^3;$$

enfin, en posant

$$t = \int v^2 \, dz,$$

d'où, par exemple,

$$z = \chi(t),$$

l'équation se ramène à la forme

$$\text{(9)} \qquad \frac{dY}{dt} = F(t) + Y^3.$$

» L'équation (9) a été l'objet des travaux importants de M. Roger Liouville [1] qui l'a considéré sous plusieurs points de vue et a donné plusieurs cas d'intégration, et de M. Appell [2] qui en a fait une étude approfondie. Ces résultats deviennent donc applicables aux questions de Mécanique et de Géométrie citées plus haut; on peut, par exemple, établir une théorie des invariants de l'équation (1), etc.

» Réciproquement, comme on sait déterminer complètement les géodésiques d'un nombre illimité de surfaces spirales, on aura une infinité de formes de la fonction $F(t)$ pour lesquelles on saura intégrer l'équation (9). Car, comme il est connu dans la théorie des surfaces [3], toutes les fois que l'on saura déterminer par une méthode quelconque les géodésiques d'une surface spirale, on pourra obtenir par une quadrature l'intégrale générale de l'équation correspondante (1), et, par suite, en suivant la marche que nous avons exposée, on pourra complètement intégrer l'équation correspondante (9). »

---

(1) *Comptes rendus,* 6 septembre 1886, 12 septembre 1887.

(2) *Journal de Liouville,* 4e série, V; 1889.

(3) Darboux, *Théorie des surfaces,* IIIe Partie, Livre VI.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur la rotation d'un corps variable.* Note de M. L. **Picart**, présentée par M. Tisserand.

« Les équations qui définissent la rotation des axes principaux d'un corps variable peuvent s'écrire sous la forme suivante, donnée par Liouville :

$$(1)\quad \begin{cases} A\dfrac{dp}{dt}+(C-B)qr+p\dfrac{dA}{dt}+q\gamma-r\beta+\dfrac{d\alpha}{dt}=0,\\ B\dfrac{dq}{dt}+(A-C)rp+q\dfrac{dB}{dt}+r\alpha-p\gamma+\dfrac{d\beta}{dt}=0,\\ C\dfrac{dr}{dt}+(B-A)pq+r\dfrac{dC}{dt}+p\beta-q\alpha+\dfrac{d\gamma}{dt}=0.\end{cases}$$

» On voit, en premier lieu, qu'on peut imaginer une déformation telle que la rotation ait constamment lieu, autour d'un axe donné à l'avance, avec une vitesse constante. Si l'on veut, par exemple, que la rotation ait lieu autour de l'axe Oz avec une vitesse angulaire n, il faut et il suffit que l'on ait

$$\frac{d\alpha}{dt}-n\beta=0,\qquad \frac{d\beta}{dt}+n\alpha=0,\qquad \frac{d\gamma}{dt}+n\frac{dC}{dt}=0.$$

Ainsi la fixité de l'axe de rotation ne peut, à elle seule, prouver que la rotation se produit autour d'un axe principal.

» Plaçons-nous maintenant dans le cas d'une déformation très petite, et cherchons si l'axe de rotation peut tourner périodiquement autour de l'axe Oz, en restant au voisinage de cette droite. Nous poserons

$$A=A_1+\lambda A_2,\qquad B=B_1+\mu B_2,\qquad C=C_1+\mu C_2,$$
$$\alpha=\mu\alpha',\qquad \beta=\mu\beta',\qquad \gamma=\mu\gamma',$$

A_1, B_1, C_1 étant des constantes et μ une constante très petite. Les équations que nous obtenons en substituant dans le système (1) admettent, pour $\mu=0$, la solution

$$p=0,\qquad q=0,\qquad r=n.$$

» En appliquant la méthode donnée par M. Poincaré (*Les nouvelles Méthodes de la Mécanique céleste*, t. I, p. 156), on trouve que, pour qu'il existe, lorsque μ est très petit, une solution périodique voisine de celle-là, il est

nécessaire que l'équation en S

$$(2) \qquad S\left[S^2 + \frac{n^2(C_1 - A_1)(C_1 - B_1)}{A_1 B_1}\right] = 0$$

admette des racines imaginaires; il en sera ainsi si l'on suppose $C_1 > B_1 > A_1$.

» Il resterait à voir si cette condition est suffisante. Mais on peut affirmer de plus que, si la solution périodique existe, la durée T de la période sera donnée par l'équation

$$e^{S_1 T} = 1,$$

où S_1 désigne une des racines imaginaires de l'équation (2). Par conséquent, on aura

$$T = \frac{2\pi}{n}\sqrt{\frac{A_1 B_1}{(C_1 - A_1)(C_1 - B_1)}}.$$

» Si l'on applique ce résultat à la rotation de la Terre, on voit que *la seule période exacte qui puisse exister dans la variation du pôle à la surface du globe est la période dite eulérienne.* »

GÉODÉSIE. — *Sur l'anomalie de la pesanteur à Bordeaux.* Note de M. J. Collet.

« Les expériences pendulaires effectuées par le lieutenant-colonel Defforges l'ont conduit à formuler, sur la corrélation des anomalies de la pesanteur avec le relief du sol et la proximité de la mer, des règles que mes observations dans les Alpes et le long du parallèle moyen sont, en général, venues confirmer. Cependant, ces dernières observations ont révélé l'existence, dans la région bordelaise, d'une anomalie singulière, contraire à toutes les prévisions.

» En septembre 1894, j'ai trouvé, à l'observatoire de Bordeaux (altitude $73^m,6$), $g = 9^m,80611$; d'où, au niveau de la mer, $g_0 = 9^m,80628$ (densité du sol, 2).

» Cette valeur de g_0 est inférieure à la valeur théorique qui, d'après la formule de M. Defforges, serait $g_1 = 9^m,80673$.

» Ainsi, au lieu d'un excès de pesanteur que pouvait faire prévoir le voisinage de l'Océan, on constate un déficit notable de $0^m,00045$, égal à celui que j'ai obtenu à Valence, en 1893, dans cette étroite vallée du

Rhône qui traverse l'important relief continental formé par les Alpes et le Plateau central.

» Pour contrôler mon résultat, j'ai eu recours aux observations de Biot et Mathieu, faites en 1808, par les ordres du Bureau des Longitudes, à Paris et le long du parallèle moyen.

» En adoptant la valeur $g = 9^{m},81000$ déterminée par M. Defforges à Paris (rez-de-chaussée de l'Observatoire), et en se servant des longueurs déterminées par Biot et Mathieu pour le pendule centésimal,

$$l = 0^{m},7419012$$

à Paris (salle méridienne de l'Observatoire, 6^{m} au-dessus du sol),

$$l' = 0^{m},7416046$$

à Bordeaux (ancien Lycée, Facultés actuelles, altitude 7^{m}); on trouve pour Bordeaux, au niveau de la mer, $g'_0 = 9^{m},80607$, valeur qui s'approche beaucoup, et par défaut, de celle que j'ai obtenue, en accusant un déficit plus considérable encore, soit de $0^{m},00066$.

» Ce résultat confirme donc l'exactitude de mes mesures; et, par suite, l'existence d'un important déficit de la pesanteur à Bordeaux doit être définitivement admise.

» C'est une anomalie spéciale, et il fallait tout d'abord rechercher les limites de la région qui en est affectée.

» A l'est de Bordeaux, on peut, pour cela, recourir encore aux observations de Biot et Mathieu qui, en 1808, ont trouvé à Figeac (altitude 225^{m}), pour le pendule centésimal $l = 0^{m},7415603$. En opérant comme à Bordeaux, on trouve, à Figeac, pour le niveau de la mer, $g_0 = 9^{m},80592$ (densité du sol, 2,6). Au même lieu, la valeur théorique serait $g_1 = 9^{m},80653$, d'où un déficit de $0^{m},00061$, très peu inférieur à celui que les expériences de Biot détermineraient pour Bordeaux et qui, comme précédemment, doit vraisemblablement être diminué de $0^{m},00021$, et réduit à $0^{m},00040$.

» Ici le résultat obtenu n'est pas contraire aux prévisions. La station de Figeac est, à une certaine altitude, sur les pentes mêmes du Plateau central et les observations ont montré que, le plus ordinairement, la perte de pesanteur correspondant à un massif continental se manifestait bien au delà des limites de ce massif. Néanmoins, cette perte de pesanteur semble, à Figeac, plus forte que celle qui correspondrait normalement à la

situation de cette ville, comme le montreront, dans une autre Communication, les déterminations faites plus avant dans le Plateau central.

» On peut donc conclure de cette analyse que l'anomalie spéciale constatée à Bordeaux se manifeste encore, bien que très atténuée, à 200^{km} à l'est de cette station.

» Du côté de l'ouest, bien que Bordeaux fût à moins de 60^{km} de l'Océan, il importait de rechercher si l'anomalie se continuerait ou si, comme c'est le cas ordinaire en s'approchant des côtes, on ne verrait pas la pesanteur augmenter, et son déficit se combler, au moins partiellement.

» Dans ce but, j'ai fait, en septembre 1895, une mesure de la gravité tout au bord de l'Océan, dans le phare même du cap Ferret, près d'Arcachon. Voici le résultat obtenu :

» A la station (altitude 6^m), $g = 9^m,80692$; au niveau de la mer, $g_0 = 9^m,80693$ (densité du sol, 2). Au même point, la valeur théorique normale est $g_1 = 9^m,80656$.

» On voit, ce qui est remarquable, que non seulement l'anomalie bordelaise ne se manifeste plus au cap Ferret, mais encore que, en ce lieu, on trouve un excès de $0^m,00037$ dans la valeur de la gravité, ce qui d'ailleurs correspond assez bien à la situation presque insulaire de la station.

» Quant à l'anomalie bordelaise, on pourrait l'attribuer à la légèreté des couches terrestres sous-jacentes. Alors, en effet, que, pour la plupart des stations où j'ai opéré jusqu'à ce jour dans les Alpes et le long du parallèle moyen, au niveau de la mer, on rencontre déjà les couches cristallophylliennes et les granites, d'une densité moyenne égale à 2,69 et d'une épaisseur inconnue, certainement considérable; à Bordeaux, au contraire, les sondages ont montré que les couches de sédiment des étages tertiaires, d'une densité au plus égale à 2, atteignaient une épaisseur dépassant 500^m. Si donc ces couches étaient remplacées par des gneiss ou des granites, la valeur de g_0 serait augmentée de l'attraction exercée par une couche de 500^m et de densité égale à 0,69, soit de $0^m,00015$, et le déficit de la gravité, ainsi réduit à 0,00030, ne laisserait pas que d'être encore important.

» Cette explication de l'anomalie qui nous occupe, bonne en partie, est donc insuffisante. Et si l'on admet, comme cela semble établi par les résultats concordants des observations, que le sous-sol de tout massif montagneux ait une constitution telle qu'il en résulte régulièrement un défaut de pesanteur au niveau de la mer, on pourrait rechercher si un défaut de pesanteur, bien constaté en plaine, ne pourrait pas s'expliquer par la disparition de massifs montagneux qui auraient été détruits dans la suite des

phénomènes orogéniques qui ont successivement modifié le relief du sol. Le problème ainsi posé relève de la Géologie; il n'est pas sans intérêt de remarquer que, du rapprochement des observations pendulaires et des données de la Géologie peuvent découler des conséquences scientifiques importantes.

Tableau résumé des observations de Bordeaux et du cap Ferret.

	T.	T—T'.	τ.	θ.	τ à 15°.	g.
Bordeaux......	0,7113374	1054	0,7114941	15°,28	0,7114923	9,80611
Cap Ferret.....	0,7113855	964	0,7115290	25°,175	0,7114629	9,80692

	Altitude.	Latitude.	Densité.	g_0.	g_1.	$g_0 - g_1$.
Bordeaux	73,6	44°.50'.18"	2	9,80628	9,80673	—0,00045
Cap Ferret ...	6	44°.38'.49"	2	9,80693	8,80656	+0,00037

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la théorie des turbines, pompes et ventilateurs.* Note de M. A. RATEAU, présentée par M. H. Léauté.

« La théorie des turbines, des pompes et des ventilateurs centrifuges est habituellemeut établie en partant du théorème des forces vives. Il est préférable de s'appuyer, comme il va être montré, sur le théorème des moments des quantités de mouvement. On parvient ainsi plus rapidement à une formule générale, dont les formules données dans les Traités ne sont que des cas particuliers; et la méthode offre l'avantage de s'appliquer aux machines telles qu'elles existent, avec toutes leurs imperfections, tandis que la première tient difficilement compte des pertes de charge par frottements, tourbillons et chocs du fluide à l'intérieur de la roue mobile.

» Supposons une roue de turbine recevant, en régime permanent, une masse totale I de fluide par seconde et appliquons-lui le théorème des moments des quantités de mouvement en prenant pour axe des moments celui de la turbine.

» Dans l'expression de ce théorème n'entrent pas, comme l'on sait, les forces intérieures au système. La formule qu'on en déduira sera donc vraie quels que soient les frottements et chocs à l'intérieur de la roue.

» Parmi les forces extérieures au système, les seules qui donnent un moment non nul sont :

» 1° Le couple résistant sur l'arbre, ou couple moteur utile donné par l'appareil; nous le désignerons par M;

» 2° Les frottements de l'arbre dans ses guides ou appuis et le frottement des joues de la turbine sur le fluide qui ne circule pas dans la roue. Ces frottements sont toujours très faibles; pour en tenir compte, nous désignerons par m le moment qu'ils produisent.

» La pesanteur donne un moment nul si l'axe est vertical, ou encore si l'admission est symétrique autour de l'axe, dans le cas où celui-ci est horizontal ; il en est de même pour les forces de pression à l'entrée et à la sortie de la roue mobile, parce que les surfaces d'égales pressions sont de révolution ou tout au moins sont festonnées autour de surfaces de révolution.

» Soient i le débit, en masse, pour un petit élément de la roue ;

» r_0 le rayon au point d'entrée dans la turbine ;

» $u_0 = \omega_0 r_0$ la vitesse d'entraînement à ce point ;

» a_0 la projection, sur cette vitesse d'entraînement, de v_0 vitesse absolue du fluide à cette entrée ;

» r_1, u_1, a_1, v_1 les éléments correspondants au point de sortie.

» On a, d'après le théorème des moments des quantités de mouvements,

$$(1) \qquad M + m = \Sigma i(r_0 a_0 - r_1 a_1),$$

la somme s'étendant à tous les éléments de la roue.

» Cette formule fondamentale du moment moteur s'applique aussi à une partie quelconque de la roue, à la condition d'y considérer a_1 comme répondant au point de sortie de cette partie.

» Si la parenthèse est la même pour tous les éléments i du débit, comme cela a lieu dans une turbine centrifuge, la sommation ne portera que sur i et l'on aura

$$(2) \qquad M + m = I(r_0 a_0 - r_1 a_1).$$

» Multiplions les deux membres par la vitesse angulaire ω, nous aurons dans le premier membre $M\omega$ et $m\omega$, qui sont la puissance utile P et la puissance perdue p par frottements externes

$$(3) \qquad P + p = I(u_0 a_0 - u_1 a_1).$$

» La puissance utile P peut s'écrire gIK, K étant la partie de la chute H réellement utilisée; de même, on peut poser

$$p = gIK;$$

on a alors

$$(4) \qquad g(K + k) = u_0 a_0 - u_1 a_1.$$

» Le rendement ρ de l'appareil est égal à $\frac{K}{H}$, on a donc

$$(5) \qquad \rho = \frac{u_0 a_0 - u_1 a_1}{gH} - \varepsilon,$$

$\varepsilon = \frac{k}{H}$ étant une quantité très petite dans laquelle il conviendra de faire rentrer les fuites aux joints.

» Toutes ces formules s'appliquent aussi aux pompes et aux ventilateurs centrifuges et hélicoïdes; il suffit d'y changer les signes de M, de P et de renverser le rapport de (5), H étant alors la hauteur engendrée par l'appareil.

» Remarquons que la perte au distributeur affecte a_0 en le diminuant, tandis que la perte dans la roue affecte a_1 en l'augmentant. Si l'on sait calculer a_0 et a_1, on pourra en déduire le rendement. Les formules sont en tout cas utiles à divers point de vue, et l'on en tire d'importantes conséquences, dont quelques-unes seront indiquées dans une autre Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la molybdénite et la préparation du molybdène.* Note de M. M. Guichard, présentée par M. H. Moissan.

« Le minerai le plus répandu de molybdène est le sulfure MoS^2 ou *molybdénite*.

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'action de l'arc électrique sur ce sulfure, considéré jusqu'ici comme infusible et indécomposable par la chaleur.

» L'échantillon, venant de Suède, que nous avons analysé se présente en morceaux foliacés à aspect graphitique, de couleur gris violacé. Il renfermait, outre le soufre et le molybdène, un peu de fer et de silicium [1] et des traces de manganèse.

---

[1] Le fer et le silicium ont déjà été signalés dans la molybdénite par Jannasch et Warsowicz, qui l'analysaient en la grillant dans l'oxygène, et recevant l'acide sulfureux dans l'eau oxygénée (*Journ. für prakt. Chemie*, t. XLV, p. 94).

» L'odeur qui se dégage, lorsqu'on chauffe cette molybdénite, nous a conduit à rechercher le sélénium : on grille 20^{gr} de molybdénite dans un tube traversé par un courant d'hydrogène; le soufre et le sélénium sont transformés en anhydrides sulfureux et sélénieux; dans les parties froides du tube, l'anhydride sélénieux est réduit par l'anhydride sulfureux, et il se fait un anneau rouge de sélénium; si l'on fait, en outre, passer les gaz dans l'eau, il s'y produit un précipité rouge de sélénium. La quantité de sélénium contenue dans la molybdénite est trop faible pour y être dosée.

» Voici la composition moyenne de cet échantillon de molybdénite :

Mo	59,5	60,05
S	39,07	38,8
Fe	0,9	0,6
Si	0,4	

» Pour faire cette analyse, on attaque la molybdénite par l'azotate de potassium fondu, en évitant d'élever la température, car la réaction devient facilement incandescente. Après attaque, on dissout dans l'eau, on évapore à sec en présence d'acide chlorhydrique puis on reprend par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique qui laisse la silice. Dans la liqueur, on précipite le fer par l'ammoniaque, puis le soufre par le chlorure de baryum. Pour doser le molybdène, après attaque par l'azotate de potassium, on dissout dans l'eau et l'on précipite soit par l'azotate mercureux, soit plus simplement par l'acétate de plomb [1].

» On peut aussi griller la molybdénite dans un tube traversé par un courant d'oxygène; l'acide molybdique se sublime dans le tube et il reste un résidu de fer et de silice; on dissout l'acide molybdique dans l'ammoniaque, on évapore le molybdate d'ammoniaque à sec, et on le décompose par une légère calcination à une température inférieure au rouge naissant. Il est très facile de décomposer le molybdate complètement sans volatiliser d'acide molybdique; le molybdène est ainsi dosé à l'état d'acide molybdique MoO^3.

» *Action de la chaleur sur la molybdénite.* — Lorsqu'on chauffe la molybdénite dans un tube de charbon au four électrique de M. Moissan, avec un arc de 350 ampères et 60 volts, il se produit déjà un dégagement de soufre et d'anhydride sulfureux, et les morceaux de molybdénite perdent leur brillant; quelques-uns présentent des traces de fusion.

» Avec un arc de 900 à 950 ampères et 50 à 55 volts, en deux minutes, la molybdénite fond en conservant grossièrement la forme des morceaux; elle se décompose en dégageant un peu d'anhydride sélénieux, du sulfure de carbone, du soufre, qui brûle en partie. En cassant la masse agglomérée, on y trouve des cavités tapissées de cristaux en aiguilles.

---

[1] CHATARD, *Deutsch. chemisch. Gesellschaft*, t. IV, p. 280; n° 5.

» Dans les mêmes conditions, en chauffant trois minutes, la décomposition est presque complète, le métal produit renferme encore du soufre.

» Enfin, en cinq minutes, le métal produit se sature de carbone et la totalité du soufre disparaît; la fonte obtenue ne renferme plus que du molybdène, du fer et du carbone; l'analyse donne les chiffres suivants pour 100 :

Mo............	91,3	91,8		
Fe............	2,1	2,1		
C total.........	7,2	6,64	Graphite..........	1,09

» Pour faire cette analyse, on peut, soit employer la méthode dont s'est servi M. Moissan (1), soit brûler simplement la fonte dans un courant d'oxygène et recueillir l'acide carbonique dans un tube à potasse pesé. L'acide molybdique sublimé est dissous dans l'ammoñiaqué, puis dosé par l'un des procédés indiqués plus haut. Le fer reste sous forme d'oxyde dans la nacelle où se trouvait la fonte. Le graphite se dose en attaquant la fonte par l'acide azotique; il reste insoluble et on le pèse sur filtre taré.

» Il est donc facile d'obtenir, par l'action de la chaleur de l'arc sur la molybdénite, une fonte de molybdène exempte de soufre. Cette préparation très simple pourra peut-être présenter quelque intérêt pour la fabrication des aciers au molybdène et aussi pour l'emploi de ce métal dans le traitement du fer au convertisseur Bessemer. M. Moissan a montré que le molybdène aurait sur le manganèse l'avantage de donner un oxyde volatil et de ne pas modifier sensiblement les propriétés du fer (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les méthylamines*. Note de M. **Delépine.**

« Dans une précédente Note, j'ai indiqué comment on pouvait séparer les méthylamines. Ayant eu des produits purs, j'ai cherché à trouver quelques caractères distinctifs entre les trois amines.

» *Chlorhydrates*. — Celui de monométhylamine s'est présenté avec les caractères antérieurement signalés : aspect nacré, point de fusion mal défini vers 210°. Le chlorhydrate de diméthylamine se présente en longs prismes occupant toute la largeur du cristallisoir : il fond nettement à 171° (n. corr.) en un liquide incolore qui ne bout que beaucoup plus haut. Le chlorhydrate de triméthylamine fond vers 271°-275° (n. corr.) pour se

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1320.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

mettre à bouillonner aussitôt; cette température de fusion, très proche de celle de sa décomposition (280°), est de 60° supérieure à celle indiquée dernièrement par MM. Cambier et Brochet (1).

» Ces chlorhydrates sont très solubles et très déliquescents, surtout celui de diméthylamine, et ne peuvent être que très difficilement utilisés pour identifier les méthylamines.

» *Picrates*. — Au contraire, les picrates sont peu solubles, non déliquescents et possèdent des points de fusion assez nets.

» Les picrates de monométhylamine et de diméthylamine peuvent s'obtenir directement des combinaisons méthyliques correspondantes, par saturation au moyen de l'acide picrique et évaporation spontanée. L'acide picrique déplace l'aldéhyde formique qui se dissipe peu à peu au cours de l'évaporation.

» Le picrate de monométhylamine se dépose alors sous forme de gros cristaux orthorhombiques, solubles à 11°, dans 75 parties d'eau, et fondant à 207° (n. corr.) en un liquide rouge qui ne tarde pas à bouillonner. Le picrate de diméthylamine fond beaucoup plus bas, sans aucune décomposition, à 155°-156° (n. corr.). Il est un peu plus soluble (dans 56 parties d'eau); il se présente en brillants cristaux rhombiques aplatis. Le picrate de triméthylamine forme de petites aiguilles, fusibles à 216° (n. corr.) en un liquide rouge; il se dissout dans 77 parties d'eau, à 11°. La coloration de ces trois sels est différente; le sel de la monoamine est jaune orangé, celui de triméthylamine est jaune citron et celui de diméthylamine présente une coloration intermédiaire. Leur composition est : 1^{mol} d'amine pour 1^{mol} d'acide picrique.

» *Action de l'iode ioduré*. — On sait qu'en solution caustique on obtient, avec les deux amines primaire et secondaire, les dérivés substitués CH^3AzI^2 et $(CH^3)^2AzI$. La triméthylamine m'a donné un produit d'addition $(CH^3)^3AzI^2$, sous forme de poudre jaunâtre fusible à 66° en un liquide noir sans éclat. Cette substance se forme si facilement que la liqueur surnageante est totalement décolorée; chauffée avec de l'eau ou de l'alcool elle se dissout et, par concentration, on obtient de larges cristaux d'iodhydrate de triméthylamine, fusibles vers 260° en un liquide rouge, altéré.

» Si, au lieu de méthylamines caustiques, on emploie des solutions de sels de méthylamines, l'addition d'iode ioduré ne produit de précipité net et caractéristique qu'avec le sel de triméthylamine; ce précipité, vert, cris-

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 533, 3e série.

tallisé, déjà mentionné par M. J. Weiss [1], a la composition $(CH^3)^3AzIHI^4$. Il fond nettement à 65°, en un liquide mordoré. Le chlorhydrate de diméthylamine en solution concentrée, donne un sel de même aspect, mais beaucoup plus soluble.

» *Action du réactif de Nessler.* — Ce réactif donne, avec la diméthylamine et la triméthylamine, un précipité blanc que l'addition d'eau fait disparaître. Par contre, il donne, avec la monométhylamine, un précipité jaune clair qui se forme avec une grande sensibilité et qui ne se redissout ni dans un excès d'eau, ni dans un excès de réactif; l'acide sulfurique le dissout à chaud et la liqueur, diluée, le laisse réapparaître si la chauffe a été de courte durée. Il noircit facilement à la lumière. Les analyses lui assignent la formule

$$Az^2 \left\{ \begin{array}{l} (CH^3)^2, \\ (HgI)^3 + H^2O, \\ Hg\frac{1}{2}. \end{array} \right.$$

» On voit donc nettement la méthylamine se rapprocher ici de l'ammoniaque, mais la couleur du précipité permet une distinction. J'ai cru devoir indiquer cet ensemble de caractères qui permettra très rapidement d'identifier une méthylamine, surtout si l'on y joint le point de fusion du picrate facile à préparer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydates de phénylhydrazine.* Note de M. H. Causse, présentée par M. A. Gautier.

« L'action de la phénylhydrazine sur les aldéhydes a été étudiée, dès 1884, par M. Fischer [2]. De cette étude il résulte qu'aldéhydes et cétones à fonction simple de la série grasse donnent des combinaisons huileuses et incristallisables, tandis que les mêmes dérivés de la série aromatique conduisent à des composés définis et analysables auxquels on a donné le nom d'*hydrazones.*

» L'analogie qui existe entre les aldéhydes, à quelque série qu'ils appartiennent, a conduit à représenter la réaction par la même équation. C'est ainsi que le composé liquide, obtenu par M. Fischer, dans l'action de l'al-

---

(1) *Lieb. Ann. Ch.*, t. CCLXVII, p. 257.

(2) *Berichte der deuts. chem. Gesel.*, t. XVII.

déhyde éthylique sur la phénylhydrazine, est connu sous le nom d'*éthylidène-phénylhydrazone*, $CH^3-CH=Az-AzH-C^6H^5$.

» Sans vouloir mettre en doute l'existence de semblables dérivés, nous nous proposons de montrer qu'ils ne sont pas les seuls composés résultant de l'action des aldéhydes sur la phénylhydrazine. Aussi bien ce travail représentera le développement de faits signalés dans une Note antérieure [1].

» Toutefois, avant d'aborder la préparation des aldéhydates de phénylhydrazine, nous indiquerons celle du réactif qui permet de les obtenir.

» *Préparation du réactif.* — Dans 500^{cc} d'alcool on dissout 100^{gr} d'acide tartrique, puis on ajoute 50^{gr} de phénylhydrazine; après vingt-quatre heures de repos, dans un lieu frais, il s'est formé une abondante cristallisation de bitartrate de phénylhydrazine retenant la presque totalité du liquide; on égoutte celui-ci, on détache les cristaux, on les comprime entre des doubles de papier joseph, on les lave à l'éther pur et sec, distillé sur le sodium jusqu'à ce qu'il soit incolore ou à peine teinté en jaune. Le bitartrate de phénylhydrazine forme alors une masse cristalline blanche, il retient de l'acide tartrique libre et se conserve très bien sous une couche d'éther sec.

» Pour s'en servir, on jette tout ou partie du magma cristallin dans un entonnoir, on essore à la trompe : il suffit ensuite de l'exposer quelque temps à l'air, pour le priver d'éther et l'avoir dans un état de pureté convenable.

» Aldéhydate de diphénylhydrazine : $CH^3-CHO.2(AzH^2-AzH-C^6H^5)$. — Le réactif étant préparé, on en pèse 50^{gr}, on les dissout dans 250^{cc} d'eau distillée; d'autre part, on pèse 10^{gr} d'aldéhyde auxquels on ajoute 90^{gr} d'eau, cette solution est versée dans la première; du mélange résulte un liquide laiteux d'où ne tardent pas à se séparer des cristaux; après quarante-huit heures de repos, et alors que la cristallisation est presque terminée, ceux-ci sont séparés, essorés, lavés avec un filet d'eau, séchés sur du papier joseph, à l'air et à l'abri de la lumière, enfin purifiés comme il suit : 50^{cc} d'un mélange d'alcool et d'éther sec sont saturés d'aldéhydate en s'aidant d'une douce chaleur, 40° environ; on évapore, il se dépose bientôt des cristaux blancs et nacrés, on les sépare, on les lave avec une petite quantité d'éther et on les sèche à l'air et dans l'obscurité.

» L'aldéhydate de diphénylhydrazine forme des cristaux blancs, brillants, fusibles à 77°,5. Au contact de l'air, ils jaunissent et se décomposent; la même décomposition se produit en flacon fermé, et les parois se recouvrent

[1] *Comptes rendus*, 27 avril 1896.

de gouttelettes brunes. Sous ce rapport, il rappelle l'aldéhydate d'ammoniaque et les combinaisons ammoniacales des phénols. Il est soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, insoluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante. Une solution alcoolique étendue d'aldéhydate, additionnée d'eau, chauffée à l'ébullition et filtrée, abandonne des lamelles blanches, fusibles à 77°, stables en présence de l'eau, très altérables dès qu'elles en sont séparées, tombant en déliquium au bout de quelques jours.

» *Composition.* — A l'analyse, l'aldéhydate donne les nombres qui s'accordent avec la formule ci-dessus indiquée.

» *Constitution.* — 5^{cc} d'aldéhydate sont introduits dans un ballon et distillés avec de l'acide sulfurique étendu ; les vapeurs, reçues dans un tube d'essai contenant de la liqueur de Fehling, provoquent une abondante réduction, comme le fait l'aldéhyde ordinaire. Une autre portion, distillée avec de l'eau de baryte, cède de la phénylhydrazine.

» Toute interprétation de ces faits différente de celle d'une combinaison moléculaire nous paraît difficile à admettre. La formule que nous proposons est d'accord non seulement avec le mode de dédoublement, mais aussi avec les données analytiques.

» Benzylate de diphénylhydrazine : $C^6H^5-CHO, 2(AzH^2-AzH-C^6H^5)$. — A 100^{cc} d'alcool concentré on ajoute 10^{gr} d'aldéhyde benzoïque; après dissolution, on étend à 1^{lit} avec de l'eau distillée, on agite, on laisse au contact quelques heures, et l'on filtre sur un filtre mouillé. Le filtratum est versé, par petites portions, dans une solution de bitartrate de phénylhydrazine, tenant 25^{gr} de ce sel au litre. Il se fait un précipité blanc floconneux qui se réunit au fond du vase en quelques jours ; on le sépare, on le lave, on l'essore, et on le sèche à l'air dans un lieu obscur. Pour le purifier, il suffit de le faire cristalliser dans l'alcool bouillant additionné d'un peu de noir.

» Ainsi obtenu, le benzylate de diphénylhydrazine est en longues aiguilles blanches, jaunissant légèrement à l'air, fusibles à 154°. Il est insoluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante d'où il se dépose par refroidissement en aiguilles microscopiques; l'alcool et l'éther le dissolvent aussi à froid, mais mieux à l'ébullition.

» *Composition.* — Soumis à l'analyse, il a donné des nombres qui s'accordent avec la formule ci-dessus.

» *Constitution.* — Elle a été établie comme celle du dérivé éthylique. Lorsque l'on fait agir l'acide sulfurique étendu sur le benzylate de diphé-

nylhydrazine et que l'on chauffe, on perçoit d'abord une forte odeur d'amandes amères, puis le col du ballon se tapisse de cristaux d'acide benzoïque. La présence d'un métal, le zinc et mieux l'aluminium, en provoquant un dégagement gazeux qui entraîne les vapeurs d'aldéhyde, permet de condenser un liquide laiteux, contenant de l'essence d'amandes amères; soumis à un traitement à l'eau de baryte, il abandonne facilement la phénylhydrazine.

» Quoique le point de fusion du benzylate de diphénylhydrazine (154°) soit très voisin de celui du benzylidène-phénylhydrazine (152°,6), décrit par M. Fischer, nous ne pensons pas qu'il y ait lieu de confondre les deux dérivés. Non seulement la facilité du dédoublement s'accorderait peu avec la formule d'une hydrazone, mais encore les données analytiques ne concorderaient pas. En effet, le benzylidène-phénylhydrazone contient 13 pour 100 d'azote, tandis que le benzylate de phénylhydrazine en renferme 17,3 pour 100. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Pierres céramiques obtenues par la dévitrification du verre*. Note de M. Garchey. (Extrait.)

« Les verres qui se dévitrifient le plus facilement sont ceux qui contiennent en excès des bases terreuses, telles que chaux, alumine, magnésie, etc.

» Les verres à bouteilles surtout et à vitres sont dans ce cas.

» On les trouve à l'état de déchets en quantité illimitée.

» Je les réduis en poussière, et, si je le désire, je puis obtenir des variétés de teinte en les mélangeant; c'est ainsi que je puis combiner des verres à vitres avec des verres à bouteilles.

» Je dispose ensuite ces verres dans un moule métallique et je les passe successivement à deux fours pour les faire dévitrifier.

» Le premier four sert à réchauffer progressivement la matière, de façon que toutes les parties soient autant que possible également dévitrifiées.

» Les moules restent environ une heure dans ce four de réchauffement; les molécules de verre, réduites à un état de division extrême par suite de leur état pulvérulent, subissent isolément l'action dévitrifiante de la chaleur, et cela très rapidement, puisque chacune d'elles subit le phénomène séparément. En même temps, elles se ramollissent, se soudent entre elles et arrivent à former une matière pâteuse très consistante.

» A ce moment, les moules sont retirés du four de réchauffement et introduits dans un four à haute température où ils ne séjournent que quelques minutes seulement.

» Cette seconde opération a surtout pour but de compléter la dévitrification des molécules de verre qui auraient échappé à ce phénomène et de rendre la matière plus malléable afin d'être estampée facilement.

» Je retire alors mon moule de ce second four, et je le passe sous la presse. La matière à l'état pâteux se laisse modeler et découper facilement.

» Cette opération d'estampage a, en outre, pour propriété de refroidir la pièce fabriquée et lui donner assez de consistance pour qu'aucune déformation ne soit à redouter par la suite. Au moyen de ce procédé, j'obtiens à volonté des pièces appareillées et moulurées, ayant absolument l'aspect de la pierre de taille, à des prix de revient très réduits.

» J'ai désigné ces divers produits sous le titre générique de *Pierres céramiques*. En tenant compte de leur inaltérabilité absolue, il est aisé de comprendre que l'architecture a trouvé là un élément nouveau des plus intéressants. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence de certains agents pathologiques sur les propriétés bactéricides du sang.* Note de M. **E.-S. London**, présentée par M. Marey.

« Sur l'invitation de M. S.-M. Loukianow, j'ai entrepris, dans le laboratoire de Pathologie générale qu'il dirige à l'Institut impérial de Médecine expérimentale (Saint-Pétersbourg), une série d'études sur les propriétés bactéricides du sang. En raison de l'étendue du programme tracé, mon travail pourra demander quelques mois encore; mais, comme une partie de ma tâche est achevée et que les résultats obtenus par moi ne sont pas dépourvus d'importance, il m'a paru possible de publier, dès à présent, en traits généraux, les matériaux que j'ai recueillis. Le compte rendu détaillé de mes expériences paraîtra ultérieurement dans les *Archives des Sciences biologiques* que publie l'Institut.

» Voici comment j'ai procédé dans mes études sur les propriétés bactéricides du sang. Je prenais à une artère et versais dans une fiole d'Erlenmeyer stérilisée une petite quantité de sang que je dépouillais de sa fibrine; le sérum, teint en rouge, était transvasé dans un tube à réaction également stérilisé; ce sérum était ensuite ensemencé au moyen d'une certaine quan-

tité de culture fraîche (douze à seize heures) de bacilles du charbon sur agar-agar; enfin, de temps en temps, je prenais une goutte de ce sérum et je l'ensemençais sur gélatine dans des capsules de Petri.

» Tous les animaux qui ont servi à mes expériences et au contrôle furent gardés, au préalable, pendant deux ou trois semaines, dans le laboratoire. Les animaux de contrôle étaient, autant que possible, semblables aux animaux d'expérience.

» I. *Influence du jeûne.* — Mes observations ont porté sur 19 pigeons dont 4 furent privés de toute nourriture solide et liquide, 3 furent mis à la demi-ration, 3 à un quart de ration et 3 à un huitième de ration; les 6 autres sujets eurent des pois et de l'eau discrétion. Toutes les fois qu'on diminua la ration journalière, on ne se borna pas à réduire la quantité de nourriture solide; on supprima, dans la même proportion, la ration d'eau. La ration journalière normale était fixée chaque fois pour chaque expérience respective. Le sang destiné aux études était tiré après que le corps des animaux avait perdu 8-20 pour 100 de son poids. Certains pigeons, après avoir été soumis au jeûne, furent nourris de nouveau copieusement. Quand ils eurent recouvré leur poids primitif, on procéda de nouveau à l'examen des propriétés bactéricides de leur sang. Il y a eu quatre pigeons de cette dernière catégorie. Un des sujets soumis à la demi-ration recevait, après son jeûne, la nourriture à discrétion; ensuite il fut soumis au jeûne absolu.

» *Résultats.* — Sauf un pigeon dont le sang conserva ses propriétés bactéricides, tant sous le régime de la demi-ration que sous celui du jeûne absolu, le sang de tous les autres animaux en inanition perdit, en partie ou en totalité, ses propriétés bactéricides; les animaux de contrôle conservèrent, au degré habituel, les propriétés bactéricides de leur sang; il en est de même pour les pigeons qui, après avoir été soumis au jeûne, ont été nourris copieusement.

» Je ne crois pas inutile d'ajouter que, en ce qui concerne le jeûne absolu, on possède les données fournies par Boccardi et Bakunin qui témoignent dans le même sens que mes expériences.

» II. *Influence de la respiration gênée.* — Les observations ont porté sur 15 lapins, dont 8 d'expérience et 7 de contrôle. Conditions de l'expérience : l'animal est attaché et subit la trachéotomie; le tube en caoutchouc adapté à la trachée est comprimé graduellement au moyen d'une serre-fine; au bout d'une heure à une heure un quart il se produit une cyanose accentuée qu'accompagnent, de temps à autre, des convulsions; l'expérience prend fin avant la mort du sujet; on prélève le sang avant d'enlever la serre-fine. L'animal de contrôle a été également attaché à la table d'opération sur laquelle il est gardé pendant la durée de l'expérience; il lui a été pratiqué également une incision au cou, mais il n'a pas subi la trachéotomie.

» *Résultats*. — Les propriétés bactéricides du sang chez l'animal soumis à la suffocation disparaissent ou sont sensiblement diminuées; elles demeurent en l'état habituel chez les animaux de contrôle.

» III. *Influence de l'excitation des nerfs sensibles*. — Les observations portent sur 15 lapins, dont 8 d'expérience et 7 de contrôle.

» Conditions de l'expérience : l'animal est attaché à la table d'opération, le dos en dessus; on met à découvert le nerf sciatique et on le lie; le bout central de ce nerf est excité au moyen d'un courant intermittent, une heure trente minutes à deux heures trente minutes durant (les pauses étant de trois à quatre minutes). L'animal de contrôle est maintenu attaché sur la table d'opération pendant la durée de l'expérience; il lui est fait la même blessure, mais le nerf n'est ni lié, ni soumis à l'action du courant.

» *Résultats*. — Chez un des animaux d'expérience, les propriétés bactéricides du sang ont disparu; chez les autres, elles sont plus ou moins affaiblies; le sang des animaux de contrôle a gardé ses propriétés bactéricides à l'état habituel.

» IV. *Influence de l'état urémique*. — Les observations ont porté sur 7 lapins, dont 4 d'expérience et 3 de contrôle. Conditions de l'expérience : l'animal est attaché sur la table d'opération, le ventre en l'air; faible anesthésie à chloroforme; les deux uretères sont liés près de la vessie; le sang destiné à l'étude est pris le deuxième ou le troisième jour, et, si l'animal survit, également le quatrième jour; on mesure la température du corps et l'on suit les variations du poids du sujet qui n'est privé ni d'aliments, ni d'eau. Les animaux de contrôle sont gardés dans des conditions normales; il leur est fait de petites saignées en même temps qu'aux animaux d'expérience.

» *Résultats*. — Dans le début, les propriétés bactéricides du sang des animaux d'expérience sont intactes; puis, au fur et à mesure du développement de l'état urémique (abaissement de la température, etc.), ces propriétés diminuent et peuvent, enfin, disparaître tout à fait (on a pu constater ce dernier phénomène chez un animal dont le sang a été prélevé et examiné peu de temps avant sa mort); chez les animaux de contrôle les propriétés bactéricides du sang demeurent à l'état normal.

» V, VI, VII. On a expérimenté, en outre, l'influence de *la narcose chloroformique aiguë* (quarante-cinq minutes à une heure quinze minutes de durée) et d'un *refroidissement* de courte durée, abaissant la température du corps jusqu'à 30°-20° C. (bain froid de cinq à dix minutes). Ces expériences ont été faites sur 5 et 4 lapins avec 3 et 4 sujets de contrôle. Résultats négatifs. L'influence de *l'obscurité*, étudiée sur 6 lapins avec 4 sujets de contrôle, ne se manifesta que par des résultats indécis. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la lenteur de la coagulation normale du sang chez les oiseaux.* Note de M. C. Delezenne.

« S'il est une notion qui paraît bien établie en Physiologie, c'est celle de la rapidité avec laquelle se coagule le sang des oiseaux. Tous les Ouvrages qui traitent de la question, tous les auteurs qui s'en sont particulièrement occupés sont d'accord sur ce point; d'ailleurs, c'est un fait d'observation banale que le sang qui s'écoule au niveau d'une plaie ou celui qui est recueilli dans un vase après décapitation d'un oiseau se prend presque immédiatement en masse.

» Au cours d'autres recherches, j'ai été amené à reprendre systématiquement l'étude de la coagulation du sang des oiseaux. Dans ce but, j'ai réalisé les conditions expérimentales, où l'on se place d'ordinaire pour étudier la coagulation du sang chez les mammifères; une canule (¹) introduite dans un vaisseau, carotide, humérale ou jugulaire, permet de recevoir directement le sang dans un verre à expérience ou un tube à réaction. J'ai opéré successivement sur la poule, le pigeon, le canard, la dinde et l'oie.

» Les résultats obtenus sont en contradiction formelle avec l'opinion généralement admise. Chez tous les animaux sur lesquels j'ai opéré *la coagulation s'est toujours faite avec une extrême lenteur.*

» Dans tous les cas, le sang est resté parfaitement liquide deux heures au moins; le plus souvent la coagulation n'a commencé qu'au bout de quatre à six heures.

» Ce qui démontre bien que chez les oiseaux la coagulation se fait très lentement, c'est que les globules ont le temps de se déposer et que la séparation des éléments figurés et du plasma est toujours des plus nettes. « Chez quelques animaux dont le sang ne se coagule que lentement, le » cheval, par exemple, dit Milne-Edwards, il se forme presque toujours une » épaisse couche de couenne; tandis que chez ceux dont le sang se prend » en masse très vite, comme cela s'observe chez les oiseaux, l'existence » d'une portion incolore du caillot n'a pas été observée. » Or, il suffit de recueillir un échantillon de sang d'oiseau dans les conditions où je me suis placé, pour observer la formation d'une épaisse couche de plasma parfai-

(¹) J'employais d'ordinaire chez les petits oiseaux une canule salivaire de très faible calibre.

tement limpide, surnageant au-dessus des globules qui se tassent dans la partie inférieure du vase où l'on a reçu le sang.

» Le plasma apparaît presque aussitôt après la prise de sang et augmente progressivement si ce dernier a été recueilli dans de bonnes conditions et s'il a été placé à l'abri des corps étrangers, poussières de l'air ou autres. Après agitation, les globules se déposent à nouveau et le plasma réapparaît. La quantité de plasma formée peut varier dans des limites assez étendues; il n'est pas rare d'en observer une quantité égale à la moitié ou même aux $\frac{3}{5}$ de la masse totale du sang.

» Dès que la coagulation apparaît, elle se continue lentement et progressivement suivant un processus sur lequel j'aurai l'occasion de revenir. Je me contenterai de signaler : que plasma et globules se coagulent séparément; lorsque la masse totale est prise, elle forme un bloc solide, résistant, n'expulsant pas de sérum, bloc dont la partie inférieure rouge vif contient uniquement les globules, tandis que la partie supérieure d'un aspect blanchâtre et gélatineux correspond au plasma.

» Les résultats que je viens de rapporter ne peuvent, cependant, infirmer ce fait d'observation vulgaire que le sang des oiseaux recueilli au niveau d'une plaie ou par décapitation se coagule presque instantanément.

» Il nous restait donc à déterminer le pourquoi de cette apparente contradiction. Les expériences suivantes vont nous éclairer à ce sujet :

» Il suffit de recevoir dans un verre du sang pris directement dans un vaisseau au moyen d'une canule, mais ayant coulé sur la surface naturelle d'un muscle, pour observer une coagulation immédiate. L'addition au sang d'une goutte de liquide obtenu par expression d'un tissu, le simple attouchement des parois du verre avec un morceau de muscle, donnent les mêmes résultats.

» On pourrait supposer que les tissus ou les liquides qui en dérivent n'agissent pour précipiter la coagulation qu'en tant que corps étrangers quelconques. Je me suis assuré qu'il n'en est pas ainsi : si l'on répète, en effet, les expériences précédentes avec des tissus ou des liquides ayant été soumis à une température voisine de 100°, la coagulation se fait normalement, c'est-à-dire avec une très grande lenteur.

» Ces expériences permettent de conclure : 1° que le principe coagulant contenu normalement dans les tissus (fibrinogène de Wooldrige, nucléalbumines, etc.) possède chez les oiseaux une très grande activité; 2° que c'est à ce principe, entraîné mécaniquement par le sang qui lave les tissus, qu'il faut rapporter la rapidité de la coagulation du sang chez les oiseaux

lorsque ce dernier est recueilli au niveau d'une plaie ou par décapitation.

» Outre l'intérêt que présentent en eux-mêmes les faits signalés dans ce travail, je crois qu'ils donnent matière à quelques expériences de cours très simples et très démonstratives. D'autre part, la propriété que possède le sang des oiseaux de se coaguler très lentement pourra être utilisée pour la préparation d'un plasma naturel, sans qu'il soit besoin pour cela d'avoir recours aux artifices habituellement employés (refroidissement, centrifugation, sels neutres, etc.). Ce plasma est généralement stable pendant un temps suffisamment long pour qu'il soit possible de le soumettre à toutes les recherches chimiques [1]. »

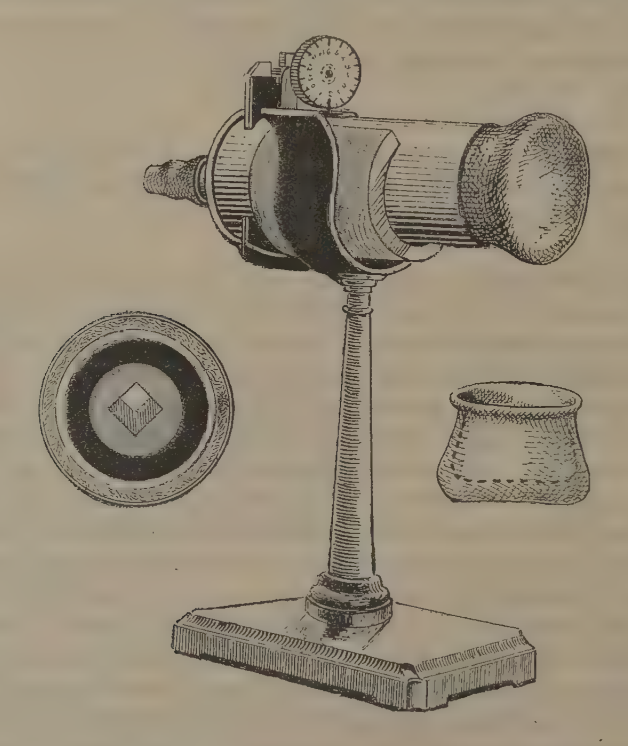
PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouvel audiomètre et sur la relation générale entre l'intensité sonore et les degrés successifs de la sensation.* Note de M. **Charles Henry.**

« On a exploré la sensibilité auditive, en cherchant la plus grande distance à laquelle on doit placer une source sonore d'intensité faible pour produire une sensation minima : ce procédé est peu précis, car les moindres sons accidentels étrangers viennent s'ajouter à la source et perturber l'observation. Quand on canalise le son dans un tube de caoutchouc, les résultats sont meilleurs; mais, pour obtenir des intensités variant dans des limites un peu considérables, il faut des distances assez considérables qu'il devient peu commode de faire varier. Pour obvier à ces inconvénients, on a fondé plusieurs audiomètres sur les variations que subit l'intensité d'un son transmis à un téléphone par une bobine induite lorsqu'on fait varier la position de cette bobine par rapport à deux bobines inductrices à fils enroulés en sens contraire l'un de l'autre ; mais ce sont là des appareils d'un maniement délicat, qui sont loin de fournir un étalon sonore rigoureusement comparable à lui-même à cause des variations d'énergie de la pile. Poursuivant le problème général de la relation qui lie à l'excitation les degrés successifs de la sensation, j'ai été conduit à faire construire un instrument nouveau, que j'ai fondé sur le principe, bien connu en Optique, mais inappliqué jusqu'ici en Acoustique, de la diaphragmation : l'intensité du son qui passe par un diaphragme pratiqué dans une cloison est proportionnelle à la surface de ce diaphragme.

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

» L'audiomètre, que M. Radiguet a construit sur mes indications, est un tube de cuivre de $0^m,13$ de long, de $0^m,05$ de diamètre, tapissé intérieurement, depuis le diaphragme jusqu'à $0^m,02$ en avant de l'ouverture antérieure, d'un tube de carton de $0^m,032$ de diamètre entouré de ouate; on peut faire varier l'ouverture du diaphragme en agissant sur un pignon multiplicateur par un bouton gradué qui tourne en face d'une aiguille fixe indiquant le côté du carré de l'ouverture en dixièmes de millimètre. L'instrument est terminé, du côté de l'oreille, par un bouchon de cuivre traversé en son centre par un petit tube, entouré de caoutchouc, qu'on introduit dans l'oreille; l'autre extrémité du tube est coiffée d'un chapeau de caoutchouc, destiné



à contenir une montre, et auquel on a fait deux fonds, séparés par une tranche d'air, afin d'empêcher le son de parvenir à l'oreille par l'air extérieur. Nous interposons entre la source sonore et le diaphragme le nombre de matelas de ouate nécessaire pour que le minimum perceptible corresponde à la plus petite ouverture du diaphragme et aussi des disques d'ébonite percés d'ouvertures circulaires variant de $0^m,001$ à $0^m,004$ de rayon, afin d'obtenir avec la même source des intensités variant dans le rapport de 1 à 16. Nous avons pu ainsi poursuivre le problème de la relation entre l'excitation et la sensation dans des limites d'intensité de 1 à 13000, limites

qu'il eût été facile d'ailleurs de dépasser en enlevant tout disque d'ébonite, et en tenant compte du coefficient d'absorption sonore de cette matière.

» Nos observations sont bien représentées, *en moyenne*, par l'équation

$$(1) \qquad S = K(1 - e^{-\lambda i^m}),$$

dans laquelle $K = 1000$, $m = 0,30953$, $\lambda = 0,0021816$, $e = 2,71828$; S représente les numéros d'ordre successifs de la sensation et i les ouvertures du diaphragme. La valeur de K la plus convenable ayant été déterminée par des essais préalables, les paramètres m et λ ont été calculés avec les deux systèmes de valeurs $\left\{ \begin{matrix} i_1 = 20 \\ S_1 = 5,5 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} i_2 = 5000 \\ S_2 = 30 \end{matrix} \right\}$. L'application de la formule (1) conduit aux vérifications suivantes :

i.	S calculé.	S observé.	*i.*	S calculé.	S observé.
10	4,49	4	1000	18,34	17
100	9,033	8	10000	37	36,3

» C'est l'équation qui avec d'autres paramètres convient au lavis et à la sensation lumineuse ([1]) : on doit remarquer qu'il y a entre les valeurs du paramètre caractéristique m une différence notable : tandis que m est plus grand que 1 pour le lavis, il est plus petit que 1 en Acoustique et en Optique dans le cas de la vision d'objets lumineux sur fond noir : de là une conséquence curieuse. Si l'on différentie (1), on a

$$(2) \qquad \frac{dS}{di} = K\lambda m e^{-\lambda i^m} . i^{m-1}.$$

» Quand i est très petit, $e^{-\lambda i^m}$ tend vers l'unité, mais suivant qu'on a $m > 1$ ou $m < 1$, le terme i^{m-1} est petit ou énorme; ce dernier cas est celui de l'Acoustique et de l'Optique, dans le cas des objets lumineux sur fond noir; et en effet les excitations insensibles ont une influence considérable sur la sensibilité lumineuse et sur la sensibilité auditive; cette influence est plus grande pour la première que pour la deuxième : c'est ce que nous apprend la formule (2); au contraire, dans le cas du lavis, d'après cette même formule, l'influence du noir absolu sur la sensibilité doit être nulle : ce à quoi l'on pouvait s'attendre *a priori*.

» Une application de la relation (1) peut être faite à la détermination rapide et approchée des vitesses variables (entre une certaine valeur et zéro) d'un moteur, en particulier d'une toupie tournant sur coussinets fixes, si l'on admet que l'intensité sonore est proportionnelle au carré de la vitesse; on compte facilement les différents numéros d'ordre de la sensation correspondant aux décroissances de la vitesse; connaissant, ce qui

---

([1]) *Comptes rendus*, 27 avril et 18 mai.

est toujours facile par l'œil, même sans appareils, la vitesse faible qui correspond au minimum perceptible sonore, nous avons constaté qu'on peut retrouver ainsi assez approximativement la vitesse maxima et les vitesses intermédiaires d'une toupie de type gyroscopique.

» Il est facile avec l'audiomètre de déterminer, quand les intensités sont faibles, l'intensité relative I′ d'une source sonore par rapport à un étalon I; en appelant respectivement σ, σ' les surfaces du diaphragme nécessaires à la production du minimum perceptible (très net et très constant par le grand silence de la nuit), quand la source est respectivement I et I′, on a: $I' = I\frac{\sigma}{\sigma'}$.

» On peut déterminer par les variations d'ouverture du diaphragme nécessaires au minimum perceptible, étant donnés une même source et successivement des écrans de diverses matières, le pouvoir absorbant de ces différentes matières : je trouve ainsi, sur des disques de 5^{mm} d'épaisseur, en prenant comme unité la proportion de son transmise par la cire, pour un disque de bois : $\frac{1}{25}$; pour un disque d'ébonite : $\frac{1}{34}$. De telles mesures ne seraient point inutiles en Architecture et dans la construction des instruments de musique ([1]). »

M. **Frédéric Hesselgren** adresse un Mémoire intitulé : « La gamme musicale à sons fixes démontrée par les intervalles harmoniques ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. **J. B.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 mai 1896.

Leçons sur la Théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal, par M. Gaston Darboux, Membre de l'Institut,

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

Doyen de la Faculté des Sciences. Quatrième Partie : *Déformation infiniment petite et représentation sphérique*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896, (second fascicule); 1 vol. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. 28 mai 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Études sur les gîtes minéraux de la France, publiées sous les auspices de M. le Ministre des Travaux publics, par le Service des Topographies souterraines. Fascicule IV : *Flore fossile*. Deuxième Partie, par M. B. Renault, Lauréat de l'Institut, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. Texte et atlas. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. A. Gaudry.)

Observations de l'éclipse totale du Soleil du 16 *avril* 1893. *Rapport de la Mission envoyée au Sénégal par le Bureau des Longitudes pour l'étude physique du phénomène*, par M. H. Deslandres, chef de Mission. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1896. Tome VII. N° 2. Mars-avril. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Notice biographique sur le Dr J. Millot et sur sa famille, par M. Arsène Thévenot, Lauréat de l'Institut de France. Troyes, P. Nouel, 1896; in-8°. (Offert par l'auteur.)

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. N° 19. Séance du 12 mai 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Observations méridiennes de la planète Mars pendant l'opposition de 1892. Lisbonne, Imprimerie nationale, 1895; in-4°.

Annales de l'observatoire météorologique de l'Université Impériale à Odessa (texte français), par M. A. Klossowsky. 1895. Odessa, 1896; in-4°.

Icones fungorum ad usum sylloges saccardianæ adcommodatæ, auctore A.-N. Berlese. Vol. II. Fascicules II et III. Patavii-Florentiæ, 1896; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er juin 1896.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896. N° 2. Février 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart,

MOISSAN. Septième série. Juin 1896. Tome VIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. BERGERON, Secrétaire perpétuel, et M. CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Séance du 26 mai 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

De l'influence de la réfraction sur les mesures micrométriques, par M. B. BAILLAUD, Directeur de l'observatoire de Toulouse. (Extrait du *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel*). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°. (Offert par l'auteur.)

Recherches sur la structure des Mucorinées, par M. MAURICE LÉGER. Poitiers, E. Druinaud, 1895; in-8°.

Sur la déformation des surfaces, par M. JULIUS WEINGARTEN. (Extrait des *Acta mathematica*, Tome XX.) In-4°. (Offert par l'auteur.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Nos 128 à 148; in-4°.

Contributions from the Lick observatory. N° 5. *Meteors and sunsets observed by the astronomers of the Lick observatory in* 1893, 1894 *and* 1895. Printed by authority of the Regents of the University of California. Sacramento, 1895; gr. in-8°.